

PRODUCCIÓN DE UNA EXPERIENCIA DE HORROR INMERSIVO UTILIZANDO UN ENTORNO DE DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS Y UN VISOR DE REALIDAD VIRTUAL

Yusef Abubakra Abubakra
Miguel Andrés Herrero
Javier Fernández Villanueva
David Martín Sanz
Alejandro Zabala Hidalgo



Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Informática

Memoria de Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Informática y Grado en Ingeniería
del Software
Madrid, 19 de junio de 2015

Director: Federico Peinado Gil

Autorización de difusión y utilización

Yusef Abubakra Abubakra, Miguel Andrés Herrero, Javier Fernández Villanueva, David Martín Sanz y Alejandro Zabala Hidalgo, responsables de este Trabajo Fin de Grado, autorizamos a la Universidad Complutense de Madrid a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores, tanto la propia memoria del trabajo, como el código, los contenidos audiovisuales -incluyendo imágenes de los autores-, la documentación y el prototipo desarrollado.

Fdo. D. Yusef Abubakra Abubakra

Fdo. D. Miguel Andrés Herrero

Fdo. D. Javier Fernández Villanueva

Fdo. D. David Martín Sanz

Fdo. D. Alejandro Zabala Hidalgo

Índice

Índice de figuras	VII
Índice de tablas y gráficas	IX
Resumen	XI
Abstract.....	XIII
Cápitulo 1. Introducción.....	1
Cápitulo 2. Revisión del estado del arte	5
Sección 2.1. Visores de realidad virtual	6
Sección 2.1.1. Dispositivos de simulación de realidad virtual.....	6
Sección 2.1.2. Oculus Rift y su historia	13
Sección 2.1.3. Comparativa de dispositivos y elección final	19
Sección 2.1.4. Otros dispositivos de realidad virtual	20
Sección 2.2. Los efectos no deseados de la realidad virtual.....	21
Sección 2.2.1. La enfermedad del simulador	21
Sección 2.2.2. Medidas para reducir la enfermedad del simulador.....	23
Sección 2.2.3. Recomendaciones de Salud de Oculus Rift.....	25
Sección 2.3. Entornos de desarrollo	27
Sección 2.3.1. Historia de los motores de videojuegos	27
Sección 2.3.2. Tipos de motores.....	29
Sección 2.3.3. Lista de motores.....	31
Sección 2.3.4. Otros entornos de desarrollo de videojuegos.....	33
Sección 2.3.5. Unreal Engine	35
Sección 2.4. Videojuegos de referencia en el género de horror	39
Cápitulo 3. Objetivos y metodología de trabajo	43
Sección 3.1. Objetivos.....	43
Sección 3.1.1. Investigación.....	43
Sección 3.1.2. Desarrollo	43
Sección 3.2. Plan de trabajo	44
Sección 3.2.1. Cómo se organiza el grupo de trabajo	44
Sección 3.2.2. Modos de comunicación	45
Sección 3.2.3. Horas invertidas por el equipo	48
Sección 3.2.4. Modelo de desarrollo usado.....	49
Cápitulo 4. Especificación de requisitos	51

Sección 4.1.	Guión y ambientación del juego	51
Sección 4.2.	Personajes	52
Sección 4.3.	Interacción del jugador con el juego.....	53
Sección 4.4.	Música y sonido.....	53
Sección 4.5.	Menús e interfaces	53
Cápitulo 5.	Análisis y diseño.....	55
Sección 5.1.	Diseño del escenario	55
Sección 5.1.1.	Escenario principal	55
Sección 5.2.	Aplicación de texturas	58
Sección 5.3.	Blueprints.....	58
Sección 5.3.1.	Uso de Blueprint: programación visual	58
Sección 5.3.2.	Diseño de Blueprints	59
Sección 5.3.3.	Introducción de Blueprints en el escenario.....	62
Sección 5.3.4.	Blueprints diseñados	62
Sección 5.3.5.	Blueprints para hacer efectos especiales.....	80
Sección 5.4.	Inteligencia artificial	83
Sección 5.4.1.	Árboles de comportamiento para nuestro personaje.....	83
Sección 5.4.2.	Desarrollo del árbol	83
Sección 5.4.3.	Futuras implementaciones	83
Sección 5.5.	Integración de Oculus Rift en Unreal Engine.....	84
Sección 5.5.1.	Modelo de interacción jugador - entorno.....	84
Sección 5.5.2.	Controles básicos	84
Cápitulo 6.	Implementación, pruebas y resultados.....	85
Sección 6.1.	Plan de evaluación	85
Sección 6.1.1.	Requisitos para los participantes	86
Sección 6.1.2.	Descripción del diseño experimental.....	87
Sección 6.1.3.	Identificar los datos que se van a recolectar	87
Sección 6.1.4.	Descripción de la metodología de análisis de datos	88
Sección 6.2.	Preparación de los materiales para la evaluación	89
Sección 6.3.	Desarrollo de las sesiones de evaluación.....	89
Sección 6.4.	Análisis de datos y observaciones	90
Sección 6.5.	Discusión y resultado de las pruebas	99
Cápitulo 7.	Conclusiones.....	101

Aportaciones de los integrantes	103
Yusef Abubakra Abubakra	103
Miguel Andrés Herrero.....	105
Javier Fernández Villanueva	107
David Martín Sanz.....	109
Alejandro Zabala Hidalgo	111
Referencias	113
Anexo 1. Introduction (in English).....	119
Anexo 2. Conclusions (in English).....	123
Anexo 3.	125
Anexo 3.1. Documento de diseño del juego	125
Anexo 3.2. Trasfondo y argumento del juego	128
Anexo 3.2.1. Trasfondo	128
Anexo 4.2. Argumento	129
Anexo 3.3. Descripción de los momentos clave del juego.....	136
Anexo 3.4. Diseño de las notas textuales del juego.....	137

Índice de figuras

<i>Figura 1 – Sony Morpheus</i>	6
<i>Figura 2 – HTC Vive</i>	7
<i>Figura 3 – Fove VR</i>	8
<i>Figura 4 – Google Cardboard Piezas</i>	10
<i>Figura 5 – Google Cardboard montado</i>	11
<i>Figura 6 – Oculus Rift DK1</i>	15
<i>Figura 7 – Oculus Rift DK2</i>	16
<i>Figura 8 – Samsung Gear VR</i>	18
<i>Figura 9 – Prototipo Crescent Bay de Oculus Rift</i>	18
<i>Figura 10 – Juego Unity</i>	33
<i>Figura 11 – Juego en CryEngine</i>	34
<i>Figura 12 – Juego Unreal Engine 4</i>	35
<i>Figura 13 – Comparativa versiones Unreal Engine</i>	35
<i>Figura 14 – Estructura modular Unreal</i>	36
<i>Figura 15 – Relación entre núcleo central y complementos</i>	37
<i>Figura 16 – Escena de Silent Hill 2</i>	39
<i>Figura 17 – Escena de Affected</i>	41
<i>Figura 18 – Plano inicial: Sótano</i>	56
<i>Figura 19 – Plano inicial: Planta baja</i>	56
<i>Figura 20 – Plano inicial: Planta primera</i>	57
<i>Figura 21 – Vista componentes Blueprints</i>	60
<i>Figura 22 – Vista gráfica Blueprints</i>	61
<i>Figura 23 – Vista del Blueprint de la puerta del sótano</i>	64
<i>Figura 24 – Vista de la animación del picaporte del Blueprint de la puerta</i>	65
<i>Figura 25 – Vista de una señal de sonido</i>	66
<i>Figura 26 – Vista de la atenuación de un sonido</i>	67
<i>Figura 27 – Vista dos de atenuación de un sonido</i>	67
<i>Figura 28 – Vista del Blueprint de las luces del sótano</i>	68
<i>Figura 29 – Vista del menú UMG</i>	69
<i>Figura 30 – Vista de las funciones del menú UMG 1</i>	69
<i>Figura 31 – Vista de las funciones del menú UMG 2</i>	70
<i>Figura 32 – Vista de las funciones del menú UMG 2</i>	71
<i>Figura 33 – Vista 1 de los nodos del menú in-game</i>	72
<i>Figura 34 – Vista 2 de los nodos del menú in-game</i>	73
<i>Figura 35 – Blueprint del susto del jarrón</i>	74
<i>Figura 36 - Blueprint del susto del portazo de la niña</i>	76
<i>Figura 37 – Vista del menú niveles</i>	77
<i>Figura 38 – Vista donde añadimos un volumen a cada nivel</i>	77
<i>Figura 39 – Carga y descarga de niveles mediante blueprint</i>	78
<i>Figura 40 – Vista esquemática del Blueprint del reloj</i>	79
<i>Figura 41 – Material aplicado a la llama</i>	80
<i>Figura 42 – Creación del FX donde calculamos la luz, el tiempo de vida y su tamaño</i>	80
<i>Figura 43 – Material de la gota de agua</i>	81
<i>Figura 44 – FX de la gota de agua</i>	81

<i>Figura 45 – Material con la parte de la normal</i>	82
<i>Figura 46 – Ejemplo de decal de sangre.....</i>	82

Índice de tablas y gráficas

<i>Tabla 1– Comparativa de visores de realidad virtual.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2 – Lista motores código abierto</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3 – Lista de motores de software no libre</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 4 – Lista de motores con limitaciones para los usuarios.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5 – Horas invertidas Primera Parte.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 6 – Horas invertidas Segunda Parte</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 7 – Primera pregunta del Bloque 1º.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 8 – Segunda pregunta del Bloque 1º.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 9 – Tercera pregunta del Bloque 1º.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 10 – Cuarta pregunta del Bloque 1º.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 11 – Quinta pregunta del Bloque 1º.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 12 –Primera pregunta del Bloque 2º.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 13 – Segunda pregunta del Bloque 2º.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 14 – Tercera pregunta del Bloque 2º</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 15 – Cuarta pregunta del Bloque 2º.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 16 – Primera pregunta del Bloque 3º.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 17 – Segunda pregunta del Bloque 3º.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 18 – Tercera pregunta del Bloque 3º</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 19 – Cuarta pregunta del Bloque 3º.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 20 – Sexta pregunta del Bloque 3º.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 21 – Séptima pregunta del Bloque 3º.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 22 – Octava pregunta del Bloque 3º</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 23 – Primera Pregunta del Bloque Final.....</i>	<i>98</i>
<i>Gráfica 1 - Sincronía de movimientos.....</i>	<i>91</i>
<i>Gráfica 2 - Importancia del sonido para la inmersión</i>	<i>92</i>
<i>Gráfica 3 – Porcentaje de síntomas en hombres.....</i>	<i>94</i>
<i>Gráfica 4 – Porcentaje de síntomas en mujeres.....</i>	<i>94</i>
<i>Gráfica 5 - Porcentaje de jugadores que repetirían la experiencia.....</i>	<i>95</i>
<i>Gráfica 6 - Valoración de la experiencia.....</i>	<i>98</i>

Resumen

En los últimos años la industria del entretenimiento digital está viviendo avances en uno de sus más estimulantes desafíos tecnológicos: la Realidad Virtual. Esta ha resurgido, no sólo como un complemento de los videojuegos actuales, sino como una revolución dispuesta a cambiar su futuro inmediato. Cada pocas semanas surgen nuevas empresas y nuevos dispositivos que compiten en la carrera por llevar al mercado la experiencia más creíble e inmersiva posible.

Atraídos por estas tendencias, nos propusimos el objetivo de desarrollar una experiencia, con las herramientas más punteras de desarrollo de videojuegos y los sistemas de realidad virtual que serán lanzados al mercado en breve, que permita explorar las posibilidades de la realidad virtual. Esto supuso afrontar un trabajo de desarrollo e investigación en el campo de los entornos virtuales, la inmersión y la experiencia de usuario.

En primer lugar se revisa el estado del arte en entornos profesionales de desarrollo de videojuegos y en dispositivos de realidad virtual, abordando concretamente abordando la cuestión de los visores estereoscópicos, sus características, ventajas e inconvenientes. También se estudian algunos referentes del género de horror, el escogido para enfocar la experiencia emocional que queremos reproducir.

En segundo lugar se definen unos objetivos y una metodología de trabajo, caracterizados por una aproximación incremental y muy experimental, aunque controlada en términos de esfuerzo, recursos y tareas, al tipo de diseño de "horror inmersivo" que hoy día están planteando algunos estudios independientes de videojuegos.

A continuación se describe el escenario en el que se produce la experiencia, una mansión de los años 30, y los personajes que participan en ella, la hija de un científico y una criatura sobrenatural. Toda la creación de recursos audiovisuales y de comportamiento, programados mediante un lenguaje de programación visual, son documentados en esta memoria.

Después la implementación se realiza mediante el entorno de desarrollo Unreal Engine 4, una herramienta completamente profesional accesible para desarrolladores independientes desde hace poco más de un año. Como visor de realidad virtual se utiliza Oculus Rift DK2, una versión todavía no accesible al público general de uno de las más prometedoras plataformas en este ámbito. Se realizan pruebas con usuarios reales para obtener realimentación en una serie de cuestiones relacionadas con la inmersión percibida, los posibles malestares físicos que frecuentemente se asocian a este tipo de experiencias, y las problemáticas más particulares de la jugabilidad de nuestra aplicación.

Finalmente los resultados de estas pruebas son analizados e ilustrados mediante tablas y gráficas, para poder discutir sobre las posibles interpretaciones de estos datos y servir como referencia a proyectos futuros que continúen en esta línea de trabajo. Como conclusiones extraemos que las experiencias de realidad virtual de gran calidad son aún técnicamente muy complejas de alcanzar, estando los efectos adversos muy

relacionados con el rendimiento gráfico que somos capaces de proporcionar en tiempo real. Sin embargo el público se muestra muy receptivo a ellas y todos los detalles más sutiles en cuestión de recursos audiovisuales, usabilidad y diseño de la jugabilidad parecen claves para conseguir experiencias satisfactorias donde se minimicen los efectos adversos de este tipo de interfaces todavía tan "extraños" para el usuario tradicional.

Palabras clave: Realidad Virtual, Inmersión, Vista Estereoscópica, Interacción Persona-Ordenador, Motores de Videojuegos, Enfermedad del Simulador, Producción de Videojuegos, Diseño y Desarrollo de Videojuegos

Abstract

In the last years the digital entertainment industry is living advances in one of their most stimulating technological challenges: Virtual Reality. This has reborn, not just as a mere add-on of current videogames, but as a revolution ready to change its immediate future. Every few weeks new companies and new devices appear, competing in the career for arriving in the market with the most credible and immersive experience possible.

Attracted by these trends, we proposed ourselves the goal of developing an experience, with the most current tools for video game development and the virtual reality systems that will be launched to the market soon that allows the exploration of possibilities in virtual reality. This implies focus on a research and development work in the field of virtual environments, immersion and user experience.

Firstly we reviews the state of the art in professional development environments for video games, and in virtual reality devices, concretely focusing on the topic of stereoscopic head-mounted displays, their features, advantages and disadvantages. We also studied some referents of the horror genre, the chosen approach for the emotional experience we want to reproduce.

Secondly we defined objectives and a work methodology, characterized by an incremental and very experimental approach, although controlled in terms of effort, resources and tasks, to the type of "immersive horror" design that nowadays are presented by some independent video game studios.

Next we described the scenario in which the experience is performed, a mansion from the 30's, and the characters that participate on it, a scientific daughter and a supernatural creature. All the creative process of audio-visual resources and behaviours, programmed using a visual programming tool, are documented in this document.

Later on, the implementation is performed by the development environment Unreal Engine 4, a completely professional environment that is accesible to independent developers less than a year ago. As virtual reality head-mounted display, we use Oculus Rift DK2, a version which is not yet accessible to the general public of one of the most promising platforms in this field. We have realized tests with real users to get feedback on a series of questions related to the perceived immersion, the possible physical sickness that are frequently associated to this type of experiences, and the more particular issues related to our application's gameplay.

Finally the results of these tests are analysed and illustrated using tables and graphics, in order to discuss the possible interpretations of this data and allowing future projects to take this as a reference for continuing this line of work. We extracted the conclusion that high quality virtual reality experiences are yet technically very complex to get, being the adverse effects so intimately related with the graphic performance achieved in real time. However the audience show themselves very receptive to these experiences and even the most subtle effects in terms of audio-visual resources, usability or game design seem key to creating satisfactory experiences where adverse effects are minimized in this kind of interfaces that are so "strange" to the traditional user yet.

Keywords: Virtual Reality, Immersion, Stereoscopic View, Interaction Human-Computer, Videogame Engines, Simulator Sickness, Game Production, Design and Development of Videogames

C  pulo 1. Introducción

La industria de los videojuegos lleva siendo un campo de constante expansión desde sus inicios. En torno a 1960 surgen los primeros juegos para computadora, y en apenas 60 años, es prácticamente inimaginable la evolución que este mercado ha tenido, y que ha ido de la mano del avance tecnológico reflejado en los potentes ordenadores que manejamos hoy en día.

Empezando por la consola del ordenador, han ido sucediéndose diversas generaciones de videojuegos. Todo fue iniciado por las máquinas recreativas en los 70, en torno a las cuales surgió la famosa figura del salón recreativo (hoy en día en extinción), y los juegos clásicos que hoy en día perduran (*Space Invaders* [1], *Pong* [2] o *Super Mario* [3]).

Posteriormente, fueron surgiendo las que fueron llamadas las generaciones de los 8 bits, y de los 16 bits. Mientras que la primera supuso una consolidación del mercado y aparición de las primeras grandes compañías, la segunda marcaría un antes y un después con la incorporación del 3D al desarrollo de los juegos.

Con la generación actual, el desarrollo gráfico de los juegos est  a en su punto más alto, utilizando resoluciones impensables y con un rendimiento envidiable. A pesar de esto, la industria de los videojuegos afronta ahora uno de los mayores retos que ha tenido nunca delante: hacer que la experiencia del usuario sea real como la propia vida.

Debido a esto, y ante el desarrollo tecnológico experimentado en esta última década, el mercado se est  a abriendo ante una posibilidad que lleva persiguiéndose muchos años, la idea de realidad virtual.

El inicio de lo que se conoce como “realidad virtual” se produjo en las décadas de 1950 y 1960, cuando Morton Heilig desarrolló su máquina *Sensorama* [4] para obtener una sensación de inmersión de la persona que la utilizaba, e Ivan Sutherland crea la “Espada de Damocles”.

Ambos dispositivos, aunque innovadores, no obtuvieron mucho éxito debido a la gran ambición en una época donde la tecnología no estaba lo suficientemente desarrollada.

Fue a partir de 1990 cuando vuelve a haber un impulso en este sector, y aparecen los primeros HMD (*Head Mounted Display*) o visores de realidad virtual, dispositivos que se sitúan en la cabeza y que buscan la inmersión del usuario en el mundo que pueden mostrar a través de sus visores.

En los últimos años, los avances en este frente tecnológico se sitúan en torno a la mejora de la inmersión del jugador buscando la perfecta interacción con el entorno virtual. Estos avances tecnológicos van desde el desarrollo de interfaces como guantes capaces de seguir el movimiento, plataformas para andar y otro tipo de periféricos, creados con el fin de conseguir brindar al usuario una experiencia verdaderamente real de vivir en el juego. Estos últimos avances, los vemos en dispositivos tales como los visores Oculus Rift, el proyecto Morpheus, el sensor de manos Leap Motion, o la plataforma Virtuix Omni.

Todos estos avances en dispositivos se han visto reflejados y respaldados por avances en tecnologías software, como la inclusión de *plug-ins* para realidad virtual en los entornos de desarrollo más conocidos, llegando incluso a distribuir de forma gratuita su tecnología, como ha hecho la empresa de desarrollo de videojuegos Epic Games [5] con su motor gráfico Unreal Engine 4 en el año 2015, dado el gran ímpetu de los desarrolladores en crear entornos virtuales. Este paso supone una gran ayuda para los desarrolladores independientes que podrán desarrollar sus videojuegos y experiencias virtuales, sin acarrear los grandes gastos que acarrea la producción de videojuegos al nivel de las grandes empresas desarrolladoras.

De este modo se nutre el mercado de los videojuegos a través de una multitud de títulos con una mayor amplitud de características, enriqueciendo de este modo este gran sector.

Actualmente el mercado de los videojuegos se encuentra a la espera de que se realicen los lanzamientos de los grandes dispositivos de realidad virtual desarrollados por las empresas más reconocidas del sector, anunciados la mayor parte de ellos para el próximo año. Limitado de momento dicho mercado a los desarrolladores y entusiastas que por ejemplo con Oculus Rift participaron en su proceso de nacimiento y auge a través de campañas de financiación masiva (*crowdfunding*).

La carta de videojuegos y demostraciones gráficas que se pueden encontrar ahora, es muy amplio y cada vez más. Encontrando desde opciones gratuitas, como en el Oculus Share [6], u opciones de pago como en la plataforma Steam [7]. Llegando a encontrar incluso adaptaciones para realidad virtual de videojuegos que ya se encontraban presentes en el mercado. Obteniendo algunos títulos un abrumador éxito como por ejemplo *Affected* [8] desarrollado en Unity para Oculus Rift, o la versión de realidad virtual de *Doom 3* con la que John Carmack dio a conocer el primer prototipo de Oculus.

A lo largo de los últimos meses de 2015, la realidad virtual también ha tenido una gran incursión en el mundo de los Smartphone, llegando a desarrollarse interfaces software de realidad virtual para Android e incluso periféricos en los que adaptar el móvil como Samsung Gear VR [9] y Google Cardboard [10].

La adopción por parte de los videojuegos y el arte de la realidad virtual no ha tenido ningún tipo de limitación, siendo incluso una llave para abrir un mundo de nuevas posibilidades. Permitiendo al jugador experimentar sensaciones que antes quedaban limitadas a la pantalla donde se proyecta; podemos decir que la “pantalla” se amplía hasta rodear completamente al jugador en todos los ángulos del juego.

La recreación de entornos naturales como en *Ocean Rift* [11] o lugares y paisajes del planeta como la demo de Toscana en Oculus Rift, puede ser aprovechada en el sector de la publicidad y el turismo. También la posibilidad de elaborar demos más socio-culturales para elaborar terapias consiguiendo con la inmersión una mayor empatía para con los más desfavorecidos.

Mención especial se debe hacer a los videojuegos con temática de terror donde la jugabilidad ha crecido permitiendo elaborar respuestas visuales dependiendo de donde está observando el jugador y la inmersión ha permitido aumentar las sensaciones, así como sustos, del jugador aumentando la experiencia de terror de un modo exponencial. Sin olvidar el factor del sonido envolvente 3D sin el que desde luego se vería mermada cualquier tipo de inmersión en este campo.

Precisamente este es el estilo que se busca en este proyecto, ya que es con el que con mayor cuidado estético se consigue mayor respuesta emocional con la inmersión dentro del entorno virtual. Teniendo como objetivo evaluar el nivel de inmersión experimentado capturando sensaciones a través de sesiones de juego y también mejorar en la medida de lo posible la interacción del usuario dentro de la realidad virtual, añadiendo menús interactivos que permitan elaborar cambios estéticos a gusto del jugador.

En este proyecto también se hablará de uno de los males que sigue acompañando a las experiencias de realidad virtual desde sus comienzos. El mal conocido como la enfermedad del simulador, que provoca en algunas personas síntomas muy parejos a los provocados por los vértigos o mareos, como pueden ser: sudoración fría, malestar generalizado, náuseas o vómitos.

Aún se siguen estudiando los posibles motivos de este malestar, que suele aparecer, dependiendo de la sensibilidad de cada individuo, con mayor o menor rapidez después de grandes sesiones de realidad virtual.

En este trabajo se elaborará una serie de experimentos para conocer en profundidad este mal, intentar discernir sus causas y paliar sus efectos. Se desea estudiar si las causas pueden ser reducidas a nivel de diseño o programación dentro del juego.

Cápítulo 2. Revisión del estado del arte

Este apartado se centra en la búsqueda y estudio del estado actual del desarrollo de la realidad virtual, de las herramientas de desarrollo de entornos virtuales y los componentes hardware que rodea a nuestro proyecto y las razones por las que elegimos los elementos con los que realizamos el mismo.

Herramientas de desarrollo de videojuegos 3D y entornos virtuales actualmente en el mercado existen dos grandes potencias que son Unity y Unreal Engine 4. Ambos entornos se encuentran accesibles de manera gratuita y compatibles con la realidad virtual dado el gran auge que está viviendo dicho sector este año.

Componentes hardware que ofrecen experiencias de realidad virtual llevan en el mercado desde los años 90, pero siempre en segundo plano sin mucha fuerza, fue una tecnología fuera de su tiempo. Se podría decir que ahora es cuando ha llegado su momento gracias a los avances en microprocesadores y los avances en calidad de pantallas. Oculus VR [12] una pequeña empresa hecha desde lo más humilde inició en 2012 el renacer de este gigante dormido gracias a sus gafas de realidad virtual (HMD: Head Mounted Display). Actualmente de estos dispositivos en el mercado aún existen pocas opciones reales pero en desarrollo y anunciados para el próximo curso existen multitud, provenientes de grandes fabricantes como Sony o HTC.

En este capítulo recogemos un estudio de todos estos dispositivos, los ya disponibles y los que están por venir, así como la elección del dispositivo con el que desarrollamos nuestro proyecto: Oculus Rift DK2.

Nuestro estado de arte entonces queda dividido en tres apartados los cuales serían:

1. Entornos de desarrollo gráfico
2. Head Mounted Display (HMD)
3. Videojuegos de referencia

Establecemos estas tres categorías dado que fue el orden con el que desarrollamos nuestra investigación cuando iniciamos este proyecto. Desde el primer momento nuestro objetivo era el desarrollo de una experiencia inmersiva específicamente diseñada para ser jugada con un visor de realidad virtual. Por ello nuestro desarrollo principal se centra en la implementación de un entorno virtual 3D aprovechando el potencial de los motores gráficos disponibles. Nuestra investigación también se centró en el estudio del estado actual de los dispositivos hardware dedicados a este sector, los ya antes mencionados HMD, para poder implementar en nuestro videojuego algún método para paliar los efectos negativos que aún se sufren al experimentar la realidad virtual. Y como referencia decidimos investigar con videojuegos ya existentes que usan estas tecnologías.

Sección 2.1. Visores de realidad virtual

En esta sección se realiza un estudio relativo a los visores de realidad virtual actualmente en el mercado y disponibles para entusiastas y desarrolladores, como también los visores anunciados para ser lanzados a dicho mercado en las próximas fechas y que nutrirán el panorama de la realidad virtual, acrecentando el auge que vive el sector en los últimos años y la competencia que se aproxima para los próximos.

Sección 2.1.1. Dispositivos de simulación de realidad virtual

- **Sony Morpheus**

Proyecto bandera de Sony en el campo de la realidad virtual [13], pensado como dispositivo exclusivo para su consola de sobremesa PlayStation 4. Fue presentado por Shuhei Yoshida (Presidente de Sony Worldwide Studios) como un prototipo en el Game Developer Conference del año 2014 [14]. La Figura 1 muestra el diseño del prototipo final. El sistema estaba compuesto principalmente por dos elementos, la parte encargada de los sensores de movimiento similar a la empleada en la tecnología Move (giroscopio y acelerómetros) y la pantalla de cinco pulgadas que ofrece una resolución Full HD (960x1080 píxeles por cada ojo) en un campo de visión de 90 grados, además de un complejo y cuidado sistema de sonido 3D envolvente. Este sistema es una de sus grandes bazas frente a Oculus Rift.



Figura 1 – Sony Morpheus

Este proyecto volvió a ser presentado en el Game Developer Conference de este año y se mostraron significativas mejoras. Una nueva pantalla OLED de 5,7 pulgadas con resolución de 1080p. Dicen haber solucionado el problema del desenfoque de movimiento (*motion blur*) al haber ampliado el campo de visión y una nueva tasa de

refresco de 120Hz. Su máximo rendimiento se encontrará en juegos renderizados a 120 fotogramas por segundo y la latencia en el uso del casco, que baja a 18 milisegundos. Se han añadido más leds distribuidos por el dispositivo que harán el seguimiento de la posición de la cabeza más precisa. El nuevo visor de realidad virtual de Sony se comenzará a comercializar en el primer trimestre de 2016.

No se encuentra disponible aún para cualquiera pero los grandes desarrolladores como Epic Games, Crytek [15], Autodesk [16] o Unity [17] ya disponen de una versión para poder trabajar con este casco y ya hay anunciados algunos videojuegos para dicho periférico como *Eve Valkyrie* de CCP Games [18].

- **HTC Vive**

Este es el proyecto del visor de realidad virtual desarrollado por Valve [19] junto con el fabricante coreano HTC. Forma parte de un proyecto mayor llamado SteamVR y HTC RE.



Figura 2 – HTC Vive

Este dispositivo cuenta con una pantalla con ratio de refresco de 90Hz que requiere que el contenido a ejecutar este renderizado a 90 fotogramas por segundo.

Una característica que lo diferencia de los demás es que cuenta con dos pantallas por ojo, ambas con resolución de 1080x1200, método que ningún otro dispositivo del sector ha usado. Cuenta también con hasta 70 sensores incluyendo un giroscopio MEMS, acelerómetro y sensores láser de posición que habilitan un espacio de rastreo de 4.5x4.5 metros que junto con un sistema de posicionamiento espacial llamado *Lighthouse*, HTC y Valve quieren marcar la diferencia, ya que este sistema puede registrar tanto la posición y orientación de las gafas como la de controladores en el espacio delimitado, evitando así los problemas de oclusión.

Valve anunció que trabajaba en un proyecto de realidad virtual desde 2014, pero fue HTC la encargada de presentar el prototipo que ambas empresas estaban desarrollando el 1 de Marzo de 2015 en el Mobile World Congress [20] y que estaría disponible para que los desarrolladores pudiesen a trabajar con este nuevo casco. En la Figura 2 se

puede ver el diseño del prototipo presentado. En Valve explican que la idea es la de dar soporte al mayor número de creadores de contenidos como sea posible y para ellos distribuirán kits de desarrollo de forma continua. En el formulario de acceso se piden datos como el sitio web, el nombre de la empresa, la descripción del proyecto y una fecha estimada de lanzamiento para ese desarrollo.

Valve ha publicado su kit de desarrollo software, OpenVR, y actualizado la versión de la API Steamworks VR con documentación y ejemplos de cómo implementar software que soporte el hardware del proyecto SteamVR. También da soporte para la edición de desarrolladores de HTC Vive, incluyendo los controladores del SteamVR y Lighthouse.

En abril de 2015, Epic Games anunció el soporte para este visor, permitiendo a los desarrolladores, gracias a un nuevo *plug-in*, crear proyectos VR en su entorno de desarrollo Unreal Engine 4 para la tecnología de Valve, SteamVR. Como ya pasaba con Oculus, Epic dijo que SteamVR está completamente integrado en Unreal a través de la codificación visual mediante los llamados *Blueprints* y código nativo. Es decir que se podrán crear proyectos sin depender de soporte de programación. De hecho la demo técnica de Epic Games, *Showdown* [21], puede ser experimentada en SteamVR usando las HTC Vive.

- **Fove VR**

Es el primer visor de realidad virtual que integra una tecnología de rastreo ocular interactivo [22]. Fue presentado en enero de 2015 durante el pasado Consumer Electronics Show [23] que se celebró en la ciudad de Las Vegas.

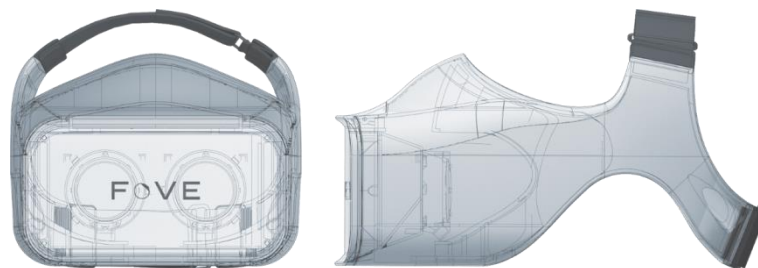


Figura 3 – Fove VR

La empresa que desarrolla este proyecto fue fundada por una joven Japonesa llamada Yuka Kojima y su socio Lochlainn Wilson. Los cuales, desde que se presentó el prototipo, han conseguido juntar un buen equipo de desarrollo y lanzar la campaña de crowdfunding a través del portal de Kickstarter [24] este mismo mes de Mayo con un presupuesto objetivo de 250.000\$, el cual se alcanzó en menos de 4 días. Se estima que las entregas del prototipo llegarán a sus mecenas en Marzo de 2016. En la Figura 3 se puede ver el diseño del prototipo blanco que anuncian en su página de Kickstarter.

Este proyecto se hace conocer como la tercera generación de dispositivos de realidad virtual. La primera generación, como explicaremos en detalle, consistía en recrear un entorno visual de 360 grado, con “actitud pasiva”. La segunda generación consistía en

añadir rastreo de movimiento de la cabeza y control de movimientos, con “actitud activa”. Y la última generación donde se encontraría el dispositivo de Fove, consiste en la integración del rastreo ocular que añade conexiones emocionales, lo que ellos denominan “actitud interactiva”.

Las propiedades técnicas con las que cuenta el dispositivo son una pantalla de 5,7 pulgadas de resolución WQHD de (2560x1440) con un campo de visión de 100 grados, baja persistencia y un ratio de refresco de 60fps. El sensor de movimiento de baja latencia con 6/9 grados de libertad. Y por último dos cámaras de infrarrojos que componen el sistema de rastreo ocular con una precisión de rastreo menor de 0,2 grados y 120 fotogramas por segundo para cada ojo.

El gran potencial de este proyecto reside en su exclusiva capacidad de rastrear el movimiento ocular del jugador. A nivel técnico esto supone un amplio campo de alternativas como por ejemplo en el sector de los videojuegos, permitiría a los desarrolladores conocer el punto donde está enfocando el jugador su vista y así hacer un renderizado exclusivo de ese punto en particular, evitando a la máquina tener que gastar recursos renderizando un campo de visión completo con el desgaste de recursos que eso supone ahora mismo. De hecho es uno de los obstáculos que se encuentran los desarrolladores de videojuegos con la realidad virtual, ya que la experiencia virtual óptima se encuentra supeditada a que los entornos sean recreados con un ratio de fotogramas por segundo de entre 90fps y 120fps. Esta teoría del renderizado exclusivo es una tecnología en la que trabaja el equipo de desarrollo de Fove VR para incluirla en el SDK del dispositivo, debe ser perfecta y sin retrasos de refresco ya que supondría una merma en la experiencia virtual muy considerable.

Otro campo donde puede tener un gran impacto este dispositivo es en el tratamiento médico de pacientes con discapacidad motora. Fove VR ya tuvo un primer acercamiento con una serie de experimentos como por ejemplo, uno donde un paciente discapacitado fue capaz de tocar el piano junto a una orquesta pulsando las teclas del instrumento simplemente con las señales visuales que capturaba y transmitía el dispositivo.

Fove cuenta con un SDK propio fácilmente integrable con entornos de desarrollo como Unity, Unreal y CryENGINE.

- **Google Cardboard**

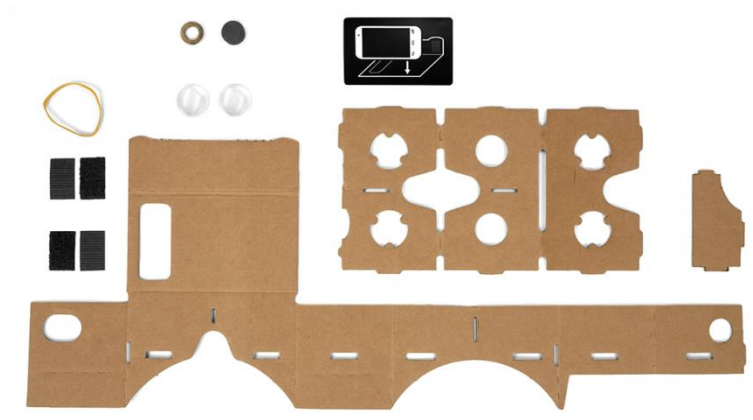


Figura 4 – Google Cardboard Piezas

Este proyecto es la plataforma de realidad virtual diseñada por Google. Consiste en uso de unas lentes que implementan la estereoscopia creando un visor con cartón plegado donde colocar nuestro teléfono móvil y poder usar su pantalla para reproducir contenido de realidad virtual. Se pretende que sea un sistema de bajo costo para estimular el interés y el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Fue inventado por David Coz y Daniel Henry, dos ingenieros del Instituto Cultural de Google.

Las Google Cardboard están hechas con elementos que cuestan alrededor de 20€, en la Figura 4 se aprecian todos los elementos que componen el kit de venta. Las especificaciones fueron diseñadas por Google, pero no hay ningún fabricante oficial del dispositivo. En su lugar, Google dispone de la lista de las partes, esquemas e instrucciones de montaje disponibles libremente en su web, recomendando a la gente hacerlo por su cuenta con las piezas fácilmente disponibles. Esta lista está comprendida por una pieza de cartón en una forma precisa, lentes de 45mm de distancia focal, los imanes, tiras velcro, una banda de goma y una tarjeta de NFC para la comunicación con el móvil. Dicho móvil se inserta delante de las lentes, como se puede apreciar en la Figura 5, y una aplicación disponible en Google Play divide la imagen de la pantalla del Smartphone en dos, uno por cada ojo. Las lentes crean el efecto de distorsión que envía cada mitad a un ojo y crea una imagen en 3D estereoscópica con un amplio campo de visión.



Figura 5 – Google Cardboard montado

Existe un entorno de desarrollo de Cardboard que utiliza OpenGL [25]. Además hay experimentos de Google Chrome VR implementados en WebGL [26], a través de ellos los teléfonos con soporte WebGL pueden ejecutar experimentos web de Chrome VR [27].

Este tipo de solución no cuenta como una opción en nuestro proyecto ya que se trata de una extensión para teléfonos inteligentes es un sistema muy por debajo del rendimiento de los grandes fabricantes de visores de realidad virtual.

Se muestra a continuación una tabla comparativa de los visores de realidad virtual más relevantes anunciados a la fecha de publicación de esta memoria.

	Oculus Rift DK2	Oculus Rift	Samsung Gear VR	HTC Re Vive	Project Morpheus	Fove VR
Resolución por ojo	960x1080	960x1080	1280x1440	1920x1080	1200x1080	2560x1440
Tasa de refresco	90 Hz	90 Hz	60 Hz	90 Hz	120 Hz	60 Hz
Panel	AMOLED	AMOLED	AMOLED	OLED	RGB OLED	?
Tamaño de panel	5,7"	5,7"	5,7"	?	5,7"	5,7"
Ángulo de visión	100°	100°	96°	?	100°	100°
Seguimiento de posición	Sólo Frontal	Sólo Frontal	No	Completo	Sólo Frontal	Frontal + ocular
Latencia	<20 ms	<20 ms	<20 ms	<20 ms	<18 ms	?
Lanzamiento	Disponible	Q1 2016	Disponible	Q4 2015	2016	Disponible

Tabla 1– Comparativa de visores de realidad virtual

Sección 2.1.2. Oculus Rift y su historia

Oculus es una empresa de muy corta edad, propulsada por la enorme explosión que vive hoy en día el campo de la realidad virtual. Sector que nació allá por la década de los 80 y 90 pero que vio frustrada su expansión debido a que el nivel tecnológico de la época no estaba a la altura, estaba adelantada a su tiempo.

Aquí entra en escena Palmer Luckey, un chico de California que desde los 15 años se aficionó al mundo de la realidad virtual y comenzaría a coleccionar todos los dispositivos disponibles en el mercado y a su alcance.

Cansado por no poder hacer realidad su sueño de disfrutar de una experiencia de realidad virtual a su gusto, decidió construir su propio prototipo aunando toda la información y piezas que disponía gracias a su colección, estaba convencido de poder conseguir algo mucho mejor. A sus 18 años de edad se encontraba cursando sus estudios de periodismo en la universidad y trabajando a la vez como diseñador de visores de realidad virtual en el *Institute for Creative Technology* [28] de la Universidad del Sur de California. El resultado fue la primera versión conocida de Oculus Rift, unas “gafas” estereoscópicas a partir de una pantalla LCD de 7”. La pantalla se conectaba a un ordenador sobre el que corría un software capaz de modificar la salida de la tarjeta gráfica dividiendo en dos la pantalla, de manera que en el interior de las gafas cada ojo percibía una imagen ligeramente diferente. Como el diseño de las Oculus Rift hace que la visión entre ambos ojos sea completamente estanca, la sensación de tridimensionalidad –a priori- podría llegar a ser perfecta.

Esta versión la hizo pública en foros tecnológicos y de realidad virtual, donde anunciaría su intención de comenzar una campaña de *crowdfunding* en “Kickstarter” para poder distribuir su prototipo. Con la premisa de no hacerlo para sacar beneficio simplemente para pagar el costo de las piezas de las unidades que produciría [29]:

“I won’t make a penny of profit off this project, the goal is to pay for the costs of parts, manufacturing, shipping, and credit card/Kickstarter fees with about \$10 left over for a celebratory pizza and beer.”

Antes de lanzar la campaña y antes de fundar la empresa de Oculus VR, conocerá a través de los foros a John Carmack, reputado programador de videojuegos como Doom 2 [30] y Quake [31] y cofundador de Id Software [32].

Carmack llevaba tiempo intentando iniciar un proyecto en realidad virtual (de hecho podría decirse que lleva trabajando en ello desde sus inicios como programador de motores 3D) y cuando se cruzó por el camino con el prototipo de Palmer, le pidió que le vendiese una unidad. Palmer se lo regalo, conocía la historia profesional de Carmack, y quizás esta fue una de las mejores iniciativas que tuvo, ya que meses después Carmack presentó en el E3 de 2012 la actualización de Doom 3, con un HMD basado en el

prototipo del Oculus Rift de Palmer, el cual funcionaba con el software de Carmack. Este tenía una alta velocidad IMU y una pantalla LCD de 5.6 pulgadas visible a través de unas lentes duales posicionadas encima de los ojos. De esta forma, proveía de una visión horizontal de 90 grados y una vertical de 110 grados en una perspectiva de 3D estereoscópica.

Palmer pretendía financiar su proyecto gracias a los pocos entusiastas en este campo pero viendo la gran acogida que tuvo el prototipo en el E3 y con el apoyo de grandes titanes del sector como Valve, él fundó Oculus VR en Junio de 2012, compañía que sería liderada, no por él, sino por Brendan Iribe.

El 1 de Agosto de 2012 lanzarían la campaña en Kickstarter y para una empresa con tan ambiciosos planes –construir la mejor plataforma para realidad virtual, revivir un género entero y tener éxito donde otros más experimentados habían fallado solo una década antes – pusieron un presupuesto objetivo muy modesto: 250.000\$, precio menor al costo que tenían alguno de los dispositivos de los años '90 que coleccionó Palmer.

En 24h habían alcanzado la cifra de 670.000\$ gracias a 2.750 mecenas. Y en tres días alcanzaron el millón de dólares.

La campaña para este primer prototipo del Oculus Rift (DK1) finalizaría el día 1 de Septiembre de 2012 rompiendo todos los récords de Kickstarter y consiguiendo superar el presupuesto objetivo en un 947% (2.437.430\$) y la empresa disponía de 10 empleados solamente.

A partir de aquí Oculus VR no ha parado de crecer año tras año de manera exponencial:

- John Carmack abandonó Id Software para unirse como Director de tecnología (CTO) en Agosto de 2013.
- Grandes inversores hicieron donaciones en la empresa a lo largo de todo el año 2013.
- En febrero de 2015 Oculus VR anuncia que ya se habían vendido 100.000 unidades de su dispositivo DK2.

A continuación se expondrán todos los productos comercializados por la compañía hasta la fecha.

DK1

Primer visor de realidad virtual desarrollado y comercializado por Oculus VR [33]. Este dispositivo fue el que entregaron después de su primera campaña en el portal de micromecenazgo, Kickstarter. En la Figura 6 se puede ver como fue el dispositivo que se distribuyó.

Fue lanzado a finales del año 2012 y se podía conseguir apoyando el proyecto desde \$275 para montaje propio y \$300 con montaje incluido. Dejó de estar a la venta el 12 de Marzo de 2014.

Mientras que los primeros prototipos usaban una pantalla de 5,6", el DK1 fue desarrollado con una pantalla de 7". Dicha pantalla presentaba una menor latencia y desenfoque cuando se realizaba el movimiento de cabeza de forma rápida. La pantalla era de tecnología LCD por lo que más brillante y la profundidad de color alcanzaba los 24 bits por pixel.

El campo de visión era de más de 90 grados en horizontal y 110 en diagonal, lo que duplicaba el de otros dispositivos de la competencia y fue su principal ventaja. La resolución de 1280x800 con una relación de espectro de 16:10, daba un resultado de 640x800 para cada ojo.

Los prototipos iniciales hacían uso de un rastreador de movimiento de cabeza Hillcrest Labs 3DoF que normalmente funcionaba a 125hz, pero estos llevaban un firmware especial que John Carmack pidió y funcionaban a 250hz, ya que la latencia era vital a la hora de brindar realismo de movimiento. Usaba una combinación de giroscopios de 3 ejes, acelerómetro y magnetómetro, que permitía realizar el rastreo de movimiento y posición en relación a tierra.

Tenía un peso de 379 gramos, 90 gramos más que el prototipo inicial debido al aumento de la pantalla, y no incluye auriculares. El visor dispone de un dial a cada lado, el cual se puede activar con un destornillador, que permite ajustar cada pantalla para acercarla o alejarla de los ojos. El kit de desarrollo también incluía lentes intercambiables que permitían la sencilla corrección de distrofías. El ajuste de la distancia inter-pupilar se hace a través del software.



Figura 6 – Oculus Rift DK1

Con este dispositivo se producía un pequeño emborronamiento de pantalla cuando se gira la cabeza y es debido tanto por el tiempo de respuesta de la pantalla como por el hecho de que el píxel permanece encendido hasta que, en el siguiente fotograma, cambia de color a medida que se avanza el movimiento. [15]

DK2

El prototipo fue presentado con el nombre de *Crystal Cove* [34] en el Consumer Electronics Show en Enero de 2014. Presentaba mejoras respecto a su predecesor, tan determinantes como el rastreo posicional, gracias a una pequeña cámara que captura infrarrojos puestos en las gafas, y su otra gran mejora la baja persistencia.

Y el KIT de desarrollo producto de este prototipo conocido como DK2 se anunció y empezó a comercializar a los desarrolladores el día 19 de Marzo de 2014. En la Figura 7 se puede ver el diseño de este visor.

Como ya se anunció en su prototipo, el DK2 usa una pantalla AMOLED de baja persistencia para eliminar los desenfoques de movimiento (*motion blur*) y la vibración (*judder*), dos grandes factores que provocan la enfermedad del simulador. La baja persistencia hace también más estable la imagen, que incrementa la sensación de presencia.



Figura 7 – Oculus Rift DK2

El aumento de resolución a 960x1080 por ojo de la pantalla hace que se reduzca el efecto conocido como “puerta de rejilla” (*screen door*) muy criticado en el DK1 que provocado por una baja resolución producía que los el espacio entre pixeles formasen una cuadrícula de líneas negras. Eliminado casi por completo este efecto se consigue más claridad, color y contraste.

El DK2 integra también un sistema de rastreo posicional de la cabeza de muy baja latencia, usando una cámara externa que captura los marcadores infrarrojos colocados en las gafas. Esto permite un movimiento de 6 grados de libertad y abre un abanico de oportunidades en la jugabilidad como asomarse en las esquinas o agacharse para ver más de cerca los elementos del entorno.

En este dispositivo se produjo un gran avance en el refresco de pantalla al girar la cabeza ya que la baja persistencia ilumina el píxel por un breve periodo de tiempo y lo apaga a continuación, esto hace que girar la cabeza dentro del DK2 produce la misma sensación que contemplar el cambio de punto de vista de nuestro personaje en nuestro monitor al mover el ratón teniendo activa la sincronización vertical: una transición suave y perfecta, totalmente natural y agradable para la vista.

Esto supondrá un problema adicional para los desarrolladores ya que con esta tecnología se debe mantener un nivel estable de fotogramas por segundo. Una bajada de rendimiento supone un efecto bastante molesto ya que la imagen se mantiene nítida en todo momento.

John Carmack ideó un sistema conocido como Timewarp para el dispositivo DK2 y que minimizan las pequeñas caídas del nivel fotogramas por segundo. Esta técnica consiste en utilizar la información del último fotograma dibujado por el juego para, en función del vector de orientación y movimiento del Rift, desplazar dicho fotograma unos píxeles, simulando una aproximación al siguiente, en el caso de que éste no llegue a tiempo para mantener la tasa de fotogramas constante. Esto evita que se note la diferencia de imagen en pequeñas pérdidas de rendimiento. De todos modos, esta técnica no debe obviar el hecho de que las aplicaciones y videojuegos en realidad virtual para el DK2 deben estar optimizadas para mantener un nivel de fotogramas por segundo superior a 70 imágenes por segundo. [16]

Samsung Gear VR

Proyecto conjunto de la empresa Samsung junto con Oculus VR, que fue la encargada de desarrollarlo.

Es un dispositivo pensado para ser adaptado como complemento del móvil Samsung Galaxy Note 4. Dicho móvil se debe incorporar en el visor y queda protegido por una tapa que lo cubre, como se puede apreciar en la Figura 8. El dispositivo cuenta con un acelerómetro, un giroscopio, un sensor geomagnético y sensores de proximidad. Proporciona un ángulo de visión de 96 grados y la pantalla 2K del móvil, no evita que se aprecien los píxeles. Cuenta también con una ruleta en la parte superior para poder ajustar y corregir las distrofias oculares ya que no es posible usar el visor usando gafas.



Figura 8 – Samsung Gear VR

Cuenta con un botón físico ubicado en el lateral derecho para poder desplazarse por la interfaz software. [17]

La fecha de lanzamiento: 3 de Septiembre de 2014.

Futuro Dispositivo

El último prototipo presentado por la empresa Oculus VR fue *Crescent Bay* en el Game Developer Conference 2015 de San Francisco. En la Figura 9 se ve el prototipo previo a la versión comercial y producto final de OCULUS VR.

Anunciado el día 6 de Mayo de 2015 la versión comercial saldrá al mercado en el primer trimestre de 2016.



Figura 9 – Prototipo Crescent Bay de Oculus Rift

Después de tres años de vida de la empresa y con dos Kits de desarrollo publicados hasta la fecha, para los desarrolladores y entusiastas, y un producto portátil desarrollado para Samsung, por fin se conoce la fecha de salida del primer dispositivo de realidad virtual de Oculus VR para todo el mercado.

Los creadores han revelado que el Oculus Rift final necesitará proyectar 400 millones de píxeles por segundo. Aprovechando dos pantallas internas ejecutándose en una resolución combinada de 2160x1200, con un ratio de refresco de pantalla de 90 veces por segundo. Y gracias a que se ha ampliado el espacio visual del dispositivo podremos mover la cabeza en cualquier dirección sin ver cosas que no han sido cargadas aún. Todas estas características, obligan que los ordenadores que ejecuten la realidad virtual deban tener unas altas especificaciones para poder cumplir correctamente con la experiencia, ya que bajar este listón de especificaciones (menor GPU, o una tarjeta gráfica no dedicada) supondría poner en riesgo la calidad de la experiencia, con las consiguientes consecuencias como los temidos mareos. [35] [36]

Sección 2.1.3. Comparativa de dispositivos y elección final

Se eligió para el desarrollo del presente proyecto el hardware de Oculus Rift, porque en Septiembre de 2014 cuando se empezó el TFG era el único dispositivo disponible en el recién nacido mercado de la realidad virtual.

A lo largo de todo este curso ha habido un boom en cuanto a dispositivos anunciados de este tipo en el mercado de desarrolladores de realidad virtual. Pero todos son posteriores al DK2 de Oculus Rift.

Incluso a día de hoy, las opciones siguen sin poder hacer frente al potencial y características del DK2 y tratándose aún de un prototipo.

Ni las Cardboard de Google, ni el Samsung GEAR, únicas presentes en el mercado de la realidad virtual junto con Oculus, ofrecen el potencial de estas ya que son simples accesorios para dispositivos móviles.

La competencia directa de Oculus, como el Project Morpheus de Sony o las HTC Vive de Valve aún no tienen presencia en el mercado. Estos dispositivos se encuentran disponibles únicamente para grandes empresas desarrolladoras.

Por todo esto se podría decir que cuando se comenzó el proyecto, incluso ahora, el DK2 de Oculus Rift era la única opción disponible.

DK2 se trata de la mejor opción, aunque no se contaba con todas estas razones de disponibilidad, debido a que fueron las que iniciaron todo este auge que vive ahora mismo el sector de la realidad virtual y con ello ya disponible su integración en entornos de desarrollo como Unity o Unreal Engine, el cual es el usado para la elaboración del videojuego.

Sección 2.1.4. Otros dispositivos de realidad virtual

Virtuix Omni:

De los últimos periféricos disponibles en el mercado [37], es una plataforma omnidireccional capaz de recibir todos los movimientos realizados por el jugador al andar y traducirlos al juego. En complemento con Oculus Rift, puede ofrecer una gran experiencia de inmersión.

Leap Motion:

Es un controlador de gestos mediante un sistema de sensores el cual puede ser utilizado para capturar los movimientos de las manos del jugador y procesar sus gestos para traducirlos al juego y que realice la acción precisa. [38]

Sección 2.2. Los efectos no deseados de la realidad virtual

Uno de los principales problemas de la realidad virtual es la sensación de malestar que genera en algunas personas después de experimentarla. De hecho todos los fabricantes están incluyendo precauciones de salud junto a sus manuales de usuario, para prevenir los posibles riesgos que puedan llegar a ocurrir. Llegando incluso a recomendar dejar de usar el dispositivo al menor síntoma.

Conocido en inglés como *simulator sickness* [39] [40] (la enfermedad o el mal del simulador) es un problema real que sufren algunas personas después de usar cualquier tipo de simulador, especialmente notorio en realidad virtual, seguramente debido a la inmersión sensorial, problemas de latencia y posiblemente por el peso adicional de los visores, tradicionalmente muy aparatosos y pesados.

Sección 2.2.1. La enfermedad del simulador

La enfermedad del simulador [41] es un estado que viene diagnosticado por uno o varios de estos síntomas: fatiga visual, dolor de cabeza, inestabilidad postural, sudor, desorientación, vértigo, pérdida de tono de piel, náuseas y finalmente vómitos.

Por estos síntomas se deduciría que se trata de *motion sickness* o cinetosis, como se denomina en castellano, pero realmente es una enfermedad diferente incluso justo la opuesta.

La *cinetosis* es el trastorno debido al movimiento bien sea por mar, aire, coche, tren o algunas atracciones. Produce los mismos síntomas del “Simulator sickness”, antes mencionados, debido a que nuestro cerebro recibe señales opuestas de dos de sus principales sentidos de exterocepción (los ojos y el oído interno).

Los propioceptores comunican al oído interno que se está en movimiento (el cuerpo siente que se mueve) pero el cerebro recibe a través de la vista que estamos en el mismo sitio.

En “*Simulator Sickness*” las señales que recibe el cerebro son justo las opuestas que en la *cinetosis*, la vista dice que se está en movimiento pero el cuerpo dice que se está quieto. La reacción del cerebro acaba traducándose de la misma forma, sufriendo los mismos síntomas que la *cinetosis*.

Esta es la teoría más dominante pero debido a que es una ciencia poco estudiada en la práctica, existen varias teorías que intentan discernir que genera este síndrome:

- Teoría del conflicto de señales [42]:

En esencia viene a decir que el “Simulator Sickness” se debe a un desajuste entre lo que esperamos ver y sentir y lo que realmente vemos y sentimos. Básicamente nuestro cuerpo recuerda sensaciones que ha vivido en experiencias anteriores, como si

almacenase un registro y si lo que sentimos es diferente a lo que tenemos almacenado en este registro nuestro cuerpo puede reaccionar presentando los síntomas del “simulator sickness”.

Las evidencias que soportan esta teoría son:

- Gente con más experiencias físicas son más propensas a sufrir esta “enfermedad” durante o después de la realidad virtual.
- Añadir movimiento a la experiencia de realidad virtual ha hecho que se reduzcan los casos.
- Hay casos en los que aumentar las sesiones de realidad virtual, hace disminuir los síntomas y esto confirma la teoría de que el cuerpo recuerda este tipo de sensaciones y aprende de ellas. También explica posibles efectos negativos al volver a la realidad cuando tus expectativas han cambiado.

- Teoría de la inestabilidad postural [43]

La siguiente teoría se centra en los problemas de equilibrio y mareos y no se basa en datos subjetivos como las sensaciones o expectativas de nuestro cerebro. Esta teoría afirma que nuestro cuerpo está constantemente haciendo pequeños ajustes para no caernos y se basa en la recepción sensorial precisa que recibe para hacerlo. Si esta recepción sensorial se disminuye o se elimina pueden aparecer los síntomas del “Simulator Sickness”

Las evidencias para esta teoría:

- Los problemas de equilibrio y mareos pueden predecir que se sufrirá síntomas de simulator sickness.
- Ayuda a explicar porque después de un periodo de tiempo los efectos del Simulator Sickness desaparecen. Básicamente nuestro cuerpo ha reajustado los receptores sensoriales.

- Teoría del veneno:

Esta teoría viene a explicar el caso más extremo de los síntomas de la enfermedad del simulador: el vómito.

Podría ser perfectamente integrable con las otras teorías.

Esta teoría dice que evolutivamente hablando, la única vez que nuestro cuerpo experimenta sensaciones físicas distintas a lo que nosotros esperamos o cuando estas realmente mareado y con problemas para mantener el equilibrio, es cuando nuestro cuerpo es envenenado por una toxina y la reacción natural que tiene nuestro cuerpo ante esto es vomitar para expulsarla.

Sección 2.2.2. Medidas para reducir la enfermedad del simulador

Sin saber a ciencia cierta cuáles son las causas reales de padecer “Simulator Sickness”, los investigadores recomiendan una serie de técnicas que podrían reducir los síntomas. Hay que tener en cuenta que no son medidas 100% efectivas y pueden aparecer los síntomas dependiendo del juego y jugabilidad, el hardware usado y sobre todo la persona que experimenta, cada individuo puede ser un mundo.

1. Mantener altos niveles de FPS y baja latencia:

Los FPS son los imágenes por segundo (*frames per second*) que es capaz de reproducir el sistema. Al aumentar este factor nuestra vista interpretará lo que ve de manera más natural.

Ya que se teoriza que percibimos la vida en un rango de 150 a 200 FPS lo ideal sería alcanzar estos niveles manteniendo la credibilidad gráfica de los videojuegos actuales, pero actualmente es complejísimo. Oculus recomienda a sus desarrolladores alcanzar la cifra de 90fps pero en la actualidad la media alcanzada se queda en 70-80fps.

La latencia es el retardo con el que el sistema reacciona a las señales de input que le enviamos. Las teorías que existen dicen que a partir de niveles superiores a 46ms nuestro cerebro ya percibe este retardo, otras teorías dicen que ya desde los 20ms de latencia es problemático.

En nuestro caso, la señal de input más importante es el sensor de movimiento que incorpora el DK2 de Oculus, que opera con un máximo de 20ms de latencia. El objetivo sería reducir esta cifra todo lo posible.

Por desgracia nuestro proyecto no abarca modificaciones hardware asique habrá que esperar a que los fabricantes reduzcan estas latencias.

2. Asegurar movimientos apropiados:

Básicamente, satisfacer las expectativas sensoriales. Si el personaje jugable es un ser humano, no usar movimientos poco creíbles o antinaturales y anclar la cámara de juego a la cabeza del personaje. Debemos evitar movimientos bruscos e inapropiados entre ellos inclinaciones rápidas, giros, movimientos sinusoidales (arriba y abajo, derecha e izquierda, movimientos en honda). Un ejemplo claro de esos movimientos en un videojuego es el rebote de la cabeza al andar o subir y bajar escaleras, ambos son problemáticos en realidad virtual.

3. Limitar el uso de movimientos incontrolados por el usuario:

Relacionado con el punto anterior, básicamente evitar el movimiento que ocurre sin el control del usuario como inclinaciones, giros, saltos, esprintar o hacer zoom entre escenas.

Este caso se asemeja al caso de por qué el conductor se mareja menos que los pasajeros, debido a que el maneja el movimiento.

4. Limitar los cambios rápidos de aceleración y cambios rápidos de perspectiva:

Realizar cambios acelerados del campo visual del usuario puede provocar los temidos síntomas al generar discrepancias en los sensores de entrada. Esto es debido a que se enfoca en el cono de visión más rápido de lo esperado.

En un videojuego por ejemplo cuando apuntamos con una mirilla, ese cambio debe ser muy lento o incluso evitarlo en realidad virtual.

5. Usar el entorno para apoyar el sistema sensorial del jugador:

Si el jugador mira hacia abajo debería ver su cuerpo, el seguimiento que hace el sensor de movimiento debe ayudar a ello. Debemos tratar de crear un mundo lógico donde el jugador pueda centrarse y anclarse en él. Los elementos de la UI también deberían estar anclados a este espacio, en vez de estar flotando por alrededor. Esto incluye también el crear un entorno con un horizonte estable con puntos de referencia fijos que el jugador pueda usar de referencia visual, en lugar de uno desigual o con fondos en movimiento.

6. Crear una experiencia inesperada:

Como se mencionaba en la teoría del conflicto de señales, la gente más experimentada en actividades de la vida real tienden a sufrir más los síntomas de la enfermedad del simulador cuando la actividad es simulada. Por lo tanto si la experiencia virtualizada no tiene nada en relación con la vida real se reducirán las opciones de sufrir dichos síntomas.

7. Limitar el campo de visión del jugador:

Cuanto menor sea el campo de visión menor será la sensación de movimiento. Un ángulo menor de 30 grados es el sugerido por algunos expertos para reducir drásticamente los efectos negativos de la realidad virtual. El punto en contra a esta medida es que se reduce la calidad de la inmersión dentro de la simulación.

Medidas artísticas que se pueden tener para cumplir con esta medida sin llegar a empobrecer la simulación podría ser poner un casco al personaje jugable o dibujar la cabina si está en un vehículo.

En este caso se aprovecha el estilo siniestro que se quiere dar a la mansión reduciendo campos de visión con sombras y oscuridad.

8. Testear el videojuego:

Algo que han hecho muy bien desde Oculus es testear los entornos virtuales con gente poco familiarizada con estos dispositivos, ya que la familiarización con ellos puede ser un factor que reduce la aparición de la enfermedad del simulador. Nosotros como desarrolladores de entornos virtuales somos probadores (*testers*) inadecuados ya que inevitablemente acabaremos acostumbrando nuestro cuerpo a ellos.

Por ello contar con opiniones de gente poco familiarizada nos ayudará a mejorar nuestro entorno virtual.

9. Minimizar las sesiones de juego:

Cuanto más tiempo un jugador está inmerso en la realidad virtual mayores serán las posibilidades de sufrir los síntomas negativos y querrá abandonar nuestro juego para volver después. Por ello como desarrolladores debemos intentar elaborar juegos cortos o con sistemas de autoguardado frecuentes.

10. Buscar a los expertos:

Los grandes fabricantes hacen grandes estudios e investigaciones sobre la materia, así que debemos mantenernos alerta a las novedades que vayan averiguando. Documentarnos y usar siempre sus recomendaciones en las guías de buen uso que acompañan sus sistemas.

Sección 2.2.3. Recomendaciones de Salud de Oculus Rift

Antes de usar el dispositivo:

1. Leer todas las instrucciones de uso.
2. El dispositivo debe ser configurado personalmente para cada individuo.
3. Se recomienda visitar un doctor antes del uso a mujeres embarazadas, personas de edad avanzada, con desórdenes visuales, con síntomas psiquiátricos o problemas cardiovasculares.

Convulsiones:

- Algunas personas (1 de 4000) puede sufrir ataques de convulsiones, convulsiones epilépticas o desmayos debido a los destellos o flashes.
- Si se ha sufrido con anterioridad algún ataque de este tipo se debe visitar al médico antes del uso del dispositivo.
- Estos ataques son más comunes en niños y jóvenes menores de 20 años.

Niños:

- Este dispositivo no debería ser usado por niños menores de 13 años.
- En caso de ello, su uso debe ser supervisado por un adulto.

Instrucciones generales y precauciones:

- Usar en entornos seguros.
- No usar cansado, bajo influencias del alcohol o demás drogas, con resaca, con problemas digestivos, con estrés emocional o con ansiedad.
- No usar el dispositivo en entornos en movimiento: coche, autobús o tren.
- No usar con el sonido excesivamente alto.

Malestar:

- Dejar de usar a los primeros síntomas, como:
 - Sudor frío
 - Dolor de cabeza
 - Náuseas

Para este documento se consultó los documentos oficiales facilitados por Oculus VR en su página web. [44]

Sección 2.3. Entornos de desarrollo

Se define como entorno de desarrollo al conjunto de herramientas software que sirven para crear y desarrollar videojuegos. Los desarrolladores de videojuegos pueden usar los llamados “motores de videojuegos” para ejecutar estas aplicaciones en consolas, dispositivos móviles y ordenadores, y los llamados “editores de niveles” para permitir a los desarrolladores de contenido hacer su trabajo.

Todo motor gráfico ha de ofrecer al programador una funcionalidad básica, proporcionando normalmente un motor de renderizado para gráficos 2D y 3D, un motor que detecte la colisión física de objetos y la respuesta a dicha colisión, sonidos y música, animación, inteligencia artificial, comunicación con la red para juegos multijugador, posibilidad de ejecución en hilos, gestión de memoria o soporte para localización.

Las capacidades gráficas de motor gráfico son una de las claves para su elección, pero también es importante la facilidad de desarrollo y la plataforma para la que se va a desarrollar.

Sección 2.3.1. Historia de los motores de videojuegos

Antes de los Game Engine, los juegos eran desarrollados generalmente como entidades singulares: diseñados desde muy bajo nivel para hacer un uso óptimo del hardware de los gráficos.

Las limitaciones de la memoria por lo general saboteaban los intentos de crear el diseño que un motor necesitaba. Así la mayoría de los diseños de juegos en la década de 1980 fueron diseñados con un fuerte conjunto de reglas con una pequeña cantidad de datos y gráficos.

La primera generación de motores de gráficos o renderizadores fue dominada por tres entidades: BRender de Argonaut Software [45], Renderware de Criterion Software Limited [46] y RenderMorphics de Reality Lab [47].

El término “*Game Engine*” surgió a mediados de la década de 1990, especialmente en relación con los juegos 3D como los “first person shooters” o juegos de disparos en primera persona. La separación de las normas específicas del juego y los datos básicos, como la detección de colisiones y la entidad del juego, produjo que los equipos pudiesen crecer y especializarse.

Más tarde, juegos, como “*Quake III Arena*” y “*Unreal*” de “Epic Games” de 1998, fueron diseñados, con el motor y el contenido desarrollado de forma separada. Los motores modernos de juegos son algunas de las aplicaciones más complejas creadas, a menudo con docenas de sistemas finamente sincronizados que interactúan entre ellos

controlados con precisión. La continua evolución de los motores de juegos ha creado una fuerte separación entre la renderización, guión y diseño de los niveles.

“*Threading*” está adquiriendo más importancia hoy en día debido a los modernos sistemas multi-núcleo y al aumento de la demanda del realismo.

Threads normalmente incluyen la representación, transmisión, audio y la física. Los juegos de carreras típicamente han estado a la vanguardia del threading ya que el motor de físicas se ejecuta en un hilo separado mucho antes que otros subsistemas principales.

Aunque el término de Game Engine fue utilizado por primera vez en la década de 1990, hay algunos sistemas a principios de la década de 1980 que también son considerados como motores de juegos, tales como Adventure Game Interpreter (AGI) de Sierra [48], el sistema SCUMM de LucasArts [49] y el motor Freescape de Incentive Software. A diferencia de la mayoría de los motores de juego moderno, estos motores de juego nunca fueron utilizados en los productos de terceros (excepto el sistema SCUMM, que fue autorizada y utilizada por Humongous Entertainment [50]).

Game Middleware

En el sentido más amplio del término, los motores de juegos se pueden describir como middleware. En el contexto de los videojuegos, sin embargo, a menudo es usado para referirse a los subsistemas de la funcionalidad dentro de un motor de juegos.

Algunos middleware realizan sólo una cosa, pero hace que sea más convincente y más eficiente que el middleware sea de propósito general. Por ejemplo, *SpeedTree* se utiliza para representar los árboles y la vegetación en un videojuego.

Tendencias actuales

La tecnología del Game Engine va madurando volviéndose cada vez más fácil de utilizar. La aplicación de los motores se ha ampliado en su alcance. Ahora están siendo utilizados para visualización, formación, medicina y aplicaciones militares de simulación. Para facilitar esta accesibilidad, las nuevas plataformas de hardware están siendo dirigidas por los motores de juego, incluidos los teléfonos móviles (por ejemplo, los teléfonos Android e iPhone) y navegadores web (por ejemplo, Shockwave, Flash).

Además, están surgiendo motores de juegos que se basan en lenguajes de alto nivel tales como Java y C#/.NET o Python.

La mayoría de los juegos 3D están ahora limitados por GPU (es decir, limitada por la potencia de la tarjeta gráfica), la ralentización del potencial de lenguajes de alto nivel es insignificante, mientras que el aumento de la productividad que ofrecen estos idiomas trabaja en beneficio de los desarrolladores del motor de juegos. Estas tendencias actuales están siendo impulsadas por empresas como Microsoft para apoyar el desarrollo independiente (Indie) de juegos.

Sección 2.3.2. Tipos de motores

Existen multitud de motores con diferente nivel de conocimientos en programación [51]:

Motores “roll your own - créalo tú mismo” (nivel más bajo)

A pesar del costo, muchas empresas (así como los responsables de juegos Indie) tratan de desarrollar sus propios motores. Esto significa que utilizan aplicaciones disponibles al público, como las API de XNA, DirectX, OpenGL, para crear sus propios motores. Además, recurren a otras bibliotecas, tanto comerciales o de código abierto, para su implementación.

En general, estos sistemas proporcionan a los programadores la mayor flexibilidad, permitiéndoles escoger y elegir los componentes que quieren e integrarlos exactamente como ellos quieren. Pero también se pierde mucho tiempo en su construcción. Además, los programadores con frecuencia se tienen que construir todas las herramientas a partir de cero, ya que rara vez se puede confiar en que todas las bibliotecas utilizadas trabajen juntas a la perfección. Esto hace al motor muy poco atractivo para la mayoría de los desarrolladores de juegos.

Motores “Mostly ready – todo listo” (nivel intermedio)

Estos motores están listos desde el primer momento para trabajar con ellos, proporcionando renderización, interfaz gráfica de usuario, física, etc. Muchos de ellos incluso poseen un conjunto de herramientas las cuales no hay que configurar para su funcionamiento conjunto (roll-your-own). Ejemplos de esta categoría son OGRE y

Genesis3D, que son de código abierto, de bajo precio como Torque, y de precio muy alto, como Unreal, id Tech y Gamebryo.

Todos estos motores requieren todavía un poco de programación para lograr poner en marcha un juego completo. Se puede llegar a necesitar código de bajo nivel para hacer trabajar un juego. Muchos de estos motores son el producto de decenas de personas trabajando a lo largo de cientos de horas, y proporcionarán un mejor rendimiento con menos esfuerzo que la mayoría de los motores del primer tipo, incluso si no llegan a realizar exactamente lo que se quiere.

Motores “Point-and-click - apuntar y pulsar” (nivel más alto)

Motores donde no es necesaria la necesidad de programar. Este tipo de motores son cada vez más comunes hoy en día. Incluyen una herramienta completa que permite la creación de un juego propio. Estos motores, como GameMaker, Torque Game Builder y Unity3D, están diseñados para ser lo más amigable posible, y para utilizar tan poco código como sea posible. Eso no quiere decir que teniendo conocimientos de programación no ayuda, pero no es una necesidad.

El problema con muchos motores de este tipo es que pueden llegar a ser extremadamente limitados. Muchos proporcionan uno o dos tipos de géneros, o uno o dos tipos de modos gráficos. Incluso frente a las restricciones de estas herramientas, es posible hacer juegos muy creativos o incluso encontrar formas creativas en torno a esas restricciones. Lo mejor de estos motores es que permiten trabajar de forma rápida sin necesidad de mucho trabajo.

Sección 2.3.3. Lista de motores

Las siguientes listas muestran los principales motores de juegos divididos según su licencia de uso.

Licencia gratuita y código abierto con libre distribución del código y desarrollo libre:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Aleph_One	Motor desarrollado en lenguaje C y utilizado para implementar el juego " <i>Marathon</i> ". Licencia tipo GPL.
Axiom_Engine	Motor desarrollado en lenguaje C# con licencia GPL.
Blender	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia GPL. Un ejemplo de juego creado es " <i>Color Cube</i> ".
Box2D	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia MIT. Un juego desarrollado con este motor es " <i>Angry Birds</i> ".
Build_Engine	Motor desarrollado en lenguaje C y licencia Custom. Un ejemplo de juego es " <i>Duke Nukem 3D</i> ".
Crystal_Space	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia LGPL.
Cube	Motor desarrollado en lenguaje C++ y su licencia es zlib.
Delta3d	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia LGPL.
Flexible_Isometric_Free Engine	Motor desarrollado en lenguaje C++ y su licencia es LGPL. Un ejemplo de juego desarrollado con este motor es " <i>Unknown Horizons</i> ".
Genesis3D	Motor desarrollado en lenguaje C.
id Tech	Motor desarrollado en lenguaje C con licencia GPL. Ejemplos de juegos creados con este motor son " <i>Doom</i> ", " <i>Doom 2</i> ", " <i>HeXen</i> ", " <i>Quake II</i> " y " <i>Quake III Arena</i> ".
OpenSceneGraph	Motor desarrollado en lenguaje C++.
Panda3D	Motor desarrollado en lenguaje C++ y licencia BSD. El juego " <i>Pirates of the Caribbean</i> " ha sido creado con este motor.
PixelLight	Motor desarrollado en lenguaje C++ con licencia LGPL.

Tabla 2 – Lista motores código abierto

Licencia freeware siendo motores de software no libre que se distribuyen sin costo para su uso y por un tiempo ilimitado una versión de prueba. En el caso que el usuario quiera utilizar una versión completa del motor habilitando toda su funcionalidad debe pagar por él:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Adventure Game Studio	Este motor es uno de los más populares a la hora de desarrollar juegos de aventuras amateur.
DX Studio	Motor freeware con un conjunto muy completo de herramientas para el desarrollo de videojuegos en 3D. Posee una licencia de pago para tener acceso a ciertas funcionalidades.
Unity	Motor muy completo en el que se puede desarrollar para web, Windows y Mac. Obteniendo una licencia se puede desarrollar para iPhone, Android, Nintendo Wii, Playstation y Xbox.
Unreal Engine	Completo motor para desarrollar juegos para pc. Obteniendo una licencia de puede desarrollar juegos para Xbox y Playstation.

Tabla 3 – Lista de motores de software no libre

Licencia en la que el usuario tiene limitaciones para usarlo, modificarlo o redistribuirlo:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Bork3D Game Engine	Motor para desarrollar juegos de plataformas para iPhone e iPad
BigWorld	Servidor, cliente y herramientas de desarrollo de MMOG para Windows, Xbox 360 y PS.
B Render	Motor gráfico 3D en tiempo real para simuladores y herramientas gráficas.
DX Studio	Motor que permite la creación de juegos en tiempo real y simuladores.
Enigma Engine	Motor de juegos de táctica en tiempo real, utilizado para "Blitzrieg".
Freescape (1986)	Uno de los primeros motores 3D propietarios, utilizado en "Driller" y "3D Construction Kit".
Gamestudio	Sencillo motor para principiantes.
id Tech 4 (también conocido como "motor Doom 3")	Utilizado para los juegos "Doom 3, Quake 4, Prey y Quake Wars".
Infinity Engine	Permite la creación de juegos de rol.
M.U.G.E.N.	Creado por "Elecbyte" para juegos de lucha 2D.
Q (game engine)	Completo Framework desarrollado por el equipo de Direct3D que permite el desarrollo para PC, Wii, Playstation, Xbox, iPhone.
RAGE	Creado por "Rockstar Games" para mejorar sus juegos para Xbox y Playstation. Utilizado para el GTA4.
Scaleform	Motor gráfico utilizado para visualizar elementos Adobe Flash, HUDs y texturas animadas para juegos en PC, Mac, Linux, Xbox, Playstation y Wii.

Tabla 4 – Lista de motores con limitaciones para los usuarios

Sección 2.3.4. Otros entornos de desarrollo de videojuegos

Unity

El motor de juego Unity 5 [52], ofrece una amplia gama de características y cuenta con una interfaz bastante fácil de entender e integración multi-plataforma, es decir, los juegos se pueden trasladar de forma rápida y fácil a Android, iOS, Windows Phone 8 y BlackBerry, por lo que es un gran motor de juego para el desarrollo de juegos para móviles. También tiene la capacidad de desarrollo para Playstation 4, Xbox 360, Wii U y navegadores web.



Figura 10 – Juego Unity

El motor de juego es compatible con las principales aplicaciones 3D como 3ds Max, Maya, Softimage, Cinema 4D, Blender y más, lo que significa que no hay restricciones reales al tipo de formatos de archivo que soporta. Cuenta con Sprites de apoyo y la física en 2D, por lo que es un gran motor de juego que se utilizará para el desarrollo de juegos 2D.

Soporta la integración de cualquier aplicación 3D, pero no tiene características reales de modelización o de construcción fuera de unas pocas formas primitivas, sin embargo, cuentan con una gran biblioteca de activos que pueden ser descargados o comprados.

CryEngine

CryENGINE [53] es un motor muy potente diseñado por la empresa de desarrollo de Crytek que se introdujo en el primer juego Far Cry. Está diseñado para ser utilizado en plataformas y consolas de PC, incluyendo PlayStation 4 y Xbox One. Las capacidades gráficas de CryENGINE están a la par con el Unreal Engine 4, con la iluminación de estado-of-the-art, la física realista y sistemas avanzados de animación. El juego más reciente que utiliza CryENGINE en su desarrollo fue Ryse: Son of Rome. Similar a UDK y UE4. CryENGINE tiene características intuitivas y potentes de diseño en el motor del juego.



Figura 11 – Juego en CryEngine

Mientras CryENGINE es un motor de juego muy potente, no obstante su curva de aprendizaje es un poco complicada para empezar a utilizar el motor de juego de manera productiva, y puede ser más difícil de entender si usted no tiene ninguna experiencia con motores de juegos. Si usted no necesita su juego para competir gráficamente con juegos como Crysis 3 o Ryse: Hijo de Roma, entonces puede ser mejor elegir algo más fácil de usar.

Sección 2.3.5. Unreal Engine

Unreal Engine 4 [54] tiene algunas capacidades gráficas increíbles, incluyendo capacidades avanzadas de iluminación dinámica y un nuevo sistema de partículas que puede manejar en una escena hasta un millón a la vez. [22]



Figura 12 – Juego Unreal Engine 4

Unreal Engine 4 llega con cambios drásticos en el motor, pero la facilidad de uso del UE4 hace que sea mucho más atractivo para los nuevos desarrolladores de juegos.

Un cambio notable ha sido en el lenguaje de scripting para la UE4. UnrealScript en esta versión ha sido completamente sustituido por C++, y Kismet ha sido sustituido por el sistema Blueprint, mucho más intuitivo.

Historia de Unreal y versiones anteriores



Figura 13 – Comparativa versiones Unreal Engine

“Unreal Engine” es un motor de juegos desarrollado por Epic Games [55]. El primer desarrollo con este motor fue “Unreal” en 1998, shooter en primera persona, cuyo motor ha sido la base de muchos juegos desde entonces, incluyendo Unreal Tournament [56], Deus Ex, Turok, Tom Clancy's Rainbow Six 3: Raven Shield, Tom Clancy's Rainbow Six: Vegas, America's Army, Red Steel, Gears of War, Bioshock, Bioshock 2, Star Wars Republic Commando, Operaciones Tácticas: Asalto contra el terrorismo, Borderlands, Destroy All Humans! Path of the Furon, Batman: Arkham Asylum y Sección 8.

Unreal Engine, en pocas palabras, es un sistema que organiza tus propios elementos, como personajes, diseños, armas, efectos de sonido, música, etc, dentro de un gran entorno interactivo visual. En la Figura 14 se muestra todo este entorno mencionado.

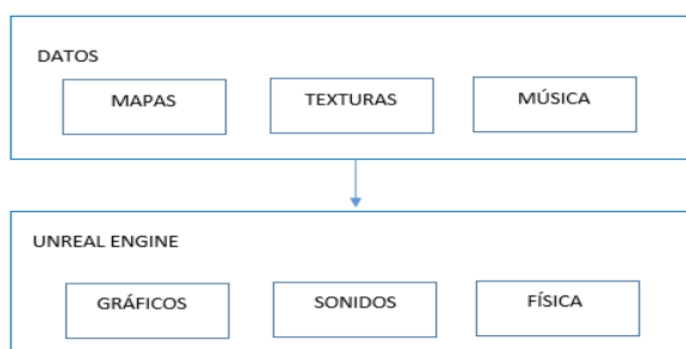


Figura 14 – Estructura modular Unreal

Aunque primeramente se utilizó para shooters en primera persona, se ha utilizado con éxito en una gran variedad de géneros, incluyendo el sigilo (Tom Clancy's Splinter Cell), MMORPG (Vanguard: Saga of Heroes), así como en juegos de rol como Mass Effect, The Last Remnant, Matar Piso y Harry Potter y la piedra filosofal.

Con su núcleo escrito en C++, Unreal Engine cuenta con un alto grado de portabilidad siendo una herramienta utilizada por los desarrolladores de juegos soportando a una gran multitud de plataformas, incluyendo Microsoft Windows, Linux, IOS, Mac OS y Mac OS X en ordenadores personales y muchas consolas de videojuegos.

Una gran parte del código de un juego se puede escribir con UnrealScript, un lenguaje de programación propietario, pero la mayoría del juego se puede modificar sin ahondar profundamente en el motor interno. Además, al igual que los paquetes de middleware, Unreal Engine ofrece diversas herramientas para la creación de contenidos, tanto para los diseñadores como los artistas.

Componentes

Cada uno de los componentes de este motor pueden trabajar independientemente, pero todo el poder de desarrollo de este motor viene de hacer trabajar a todos conjuntamente

en armonía gracias a un núcleo central. En la Figura 15 se muestra la relación entre el núcleo central y los distintos componentes. [57]

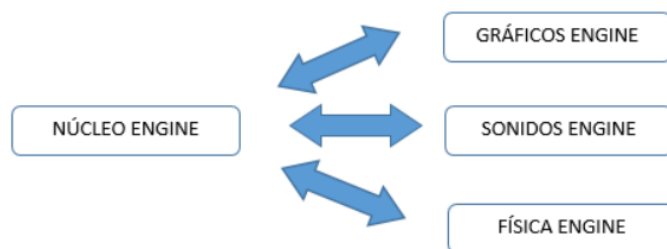


Figura 15 – Relación entre núcleo central y complementos

Motor gráfico

El motor gráfico controla todo lo que se muestra por pantalla. Sin este motor, sólo se vería una gran lista de valores como la localización del jugador, vida, armas que posee el jugador, entre otras. El motor recoge toda esta información y presenta el entorno mostrado durante el juego.

Es responsable de realizar todos los cálculos necesarios denominados “behind – thescenes” (detrás de las escenas), como qué objetos se muestran delante de otros, y cuáles ocultan la visualización de otros.

Cuando algunos objetos son ocultados por otros, éstos no son renderizados por completo. Esta manera de trabajar permite liberar ciclos de trabajo para optimizar la eficiencia.

Una parte muy importante en la renderización es la iluminación. El motor proporciona un sistema robusto de iluminación. Permite una iluminación y sombreado dinámico, con lo que aumenta el realismo.

Motor de sonido

El 90 por ciento que se percibe de un entorno es por medio del oído. El sonido es una parte importantísima en los juegos, aunque gráficamente sea de lo mejor. El sonido en un juego permite mejorar el realismo: el sonido producido por el jugador al pasar por distintos terrenos, la rotura de un cristal, recarga del arma, etc.

El motor de sonido permite obtener todos estos sonidos en el juego. Los sonidos a utilizar en un juego, el motor lo acopla a los eventos que se produzcan, para reproducirlos simultáneamente, utilizando el hardware de sonido que posee el equipo.

Motor de físicas

Todos los efectos que se producen en el mundo real pueden ser simulados en un juego mediante simulación e implementación. Estos efectos son simulados gracias al motor de físicas PhysX creado por la empresa Ageia [58].

PhysX soporta casi la totalidad de simulaciones físicas, como cuerpos estáticos e incluso cuerpos dinámicos. Cada uno de ellos puede ser interactivo con los eventos del juego y pueden ser manipulados por el jugador.

Este motor puede trabajar en conjunto con el motor de sonido para obtener efectos de sonido dinámicos y realistas.

Manejador de entradas

Sin poder manejar al personaje principal de un juego, no se tiene juego, se tendrá una animación de éste.

Las entradas de un juego pueden ser: botones presionados, movimientos del ratón y la forma más moderna, mandatos vocales. Cada tipo de entrada debe ser reconocido y convertido a mandatos que produzcan una reacción en el juego. Éste es el trabajo a realizar por el manejador de entradas.

Cada vez que se produce una entrada en el juego, el manejador crea una serie de propiedades para realizar los cambios oportunos en dicho juego. Por ejemplo, cuando el jugador presiona la tecla de “salto”, el manejador envía la señal al núcleo del motor para reproducir la animación de salto del personaje principal y el envío al motor gráfico la información necesaria para renderizar la acción en pantalla, a la vez que se envía la señal al motor de sonido para reproducir el correspondiente sonido. Claro está, que toda esta secuencia de acciones se produce de una manera muy rápida sin producirse un retardo entre la entrada y la reacción producida.

Infraestructura en red (Network)

Una opción actual a la hora de desarrollar un juego es la de multijugador (multiplayer). Durante un juego multijugador, los equipos de todos los jugadores deben intercambiar información a través de la red.

La forma más eficiente de realizar todo esto es limitar la información que es enviada a través de la red a la más importante del juego: posición de cada jugador y la interacción inmediata con el entorno. Enviando sólo la información más relevante se consigue un juego rápido aún con conexiones lentas.

Sección 2.4. Videojuegos de referencia en el género de horror

Silent Hill

Silent Hill [59], es una franquicia de videojuegos de survival horror desarrollada y publicada por Konami, y más tarde desarrollada por Climax Studios, Vatra Games y Double Helix Games.

La serie ha recibido fuertes ventas y elogios de la crítica. El éxito de estos juegos ha generado una serie de cómics, dos películas, y varios juegos de spin-off.

La serie recibe su nombre del pueblo estadounidense ficticio de Silent Hill, que es donde se desarrollan los argumentos de los juegos. Aquellos que no transcurren en el pueblo, tales como Silent Hill 4: The Room y Silent Hill: Homecoming, se conectan con él a través de su historia, personajes y eventos que se producen dentro de los otros juegos. Algunos de estos eventos y personas están explícitamente documentados o nombrados, mientras que otras son implícitas.

Los primeros cuatro juegos de la serie fueron creados por Team Silent, hasta Silent Hill 4: The Room, y fueron lanzados entre 1999-2004. Team Silent se disolvió después del lanzamiento del cuarto juego, con muchos miembros siguiendo caminos diferentes y trabajando en proyectos separados.

En 2007, el desarrollo de la serie pasó a compañías occidentales con el lanzamiento de Silent Hill: Origins.

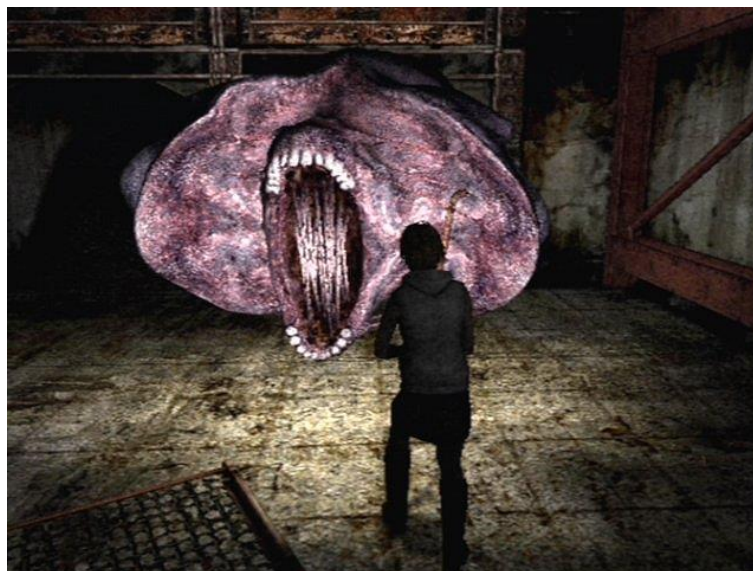


Figura 16 – Escena de Silent Hill 2

En la serie, el pueblo de Silent Hill una vez fue conocido como un lugar sagrado y santo por los nativos americanos. Cuando llegaron los colonos de Europa en el siglo XVII, los indios fueron forzados a abandonarla. Aun así, la tierra parecía poseer un poder misterioso. Conforme pasaba el tiempo, el poder de Silent Hill pareció aumentar, que

condujo a extraños sucesos como la desaparición de los ciudadanos, desgracias en el lago Toluca y la muerte repentina del alcalde de Silent Hill. Esto da inicio a los eventos que se producen en juegos posteriores y las vidas de los personajes involucrados.

Muchos de los juegos (Silent Hill, Silent Hill 3 y Silent Hill: Origins) fuertemente relacionados con el primer argumento del juego principal, que narra el sacrificio de una joven llamada Alessa Gillespie por el culto religioso de la ciudad, la Orden, en un intento de lograr el renacimiento de Dios.

Las personas con oscuridad (pecados, culpabilidad, o que no son capaces ver la verdad) en sus corazones son 'llamados' a la ciudad donde son testigos de sucesos sobrenaturales (por ejemplo: monstruos que simbolizan sus personas ocultas y su subconsciente y una dimensión alternativa conocida como el Otro Mundo). En otros casos, personas que están relacionadas con la ciudad en algún aspecto son llamadas a la ciudad y también pueden ver las rarezas. Por ejemplo, la hija de Harry Masones la mitad del alma de Alessa Gillespie, mientras que Henry Townshend visito Silent Hill muchas veces para tomar fotografías.

Mientras que cada juego tiene personajes exclusivos de esa historia, muchos están en cierto modo conectados. Por ejemplo, Silent Hill explora la historia de Harry Mason, que está buscando a su hija desaparecida, Cheryl. El tercer juego se establece 17 años más tarde, y el jugador toma el control de la hija de Harry, ahora llamada Heather. En el segundo juego, el protagonista es un hombre llamado James Sunderland, y en el cuarto juego, aparece un personaje llamado Frank Sunderland, el cual es su padre. Asimismo, muchos personajes comparten apellidos, pero nunca se especifica si están relacionados (Mary Shepherd-Sunderland y Alex Shepherd, Lisa Garland y Steve Garland, etc).

En muchos de los juegos se incluyen temas psicológicos y emocionales. Muchos de los monstruos de la serie representan diferentes aspectos relacionadas con los mismos personajes. Muchos personajes suelen ir descubriéndose a sí mismos, como James dándose cuenta de la verdad sobre su mujer, Mary, o Heather comenzando a aprender acerca de su pasado.

Affected



Figura 17 – Escena de Affected

Affected [60] ofrece un nuevo nivel de inmersión, sentimientos de tensión y grandes niveles sin precedentes de miedo. Oculus Rift, ha iniciado una nueva era en los juegos y, como resultado, una nueva dimensión en la que experimentar. En el juego no hay puzzles para resolver, no hay monedas para recoger, sino una inmersión en la que los sustos y el miedo pasan a primer plano. Se trata de un recorrido a través de tres ambientes escalofriantes: The Manor, El Asilo y el Carnaval. Todos tienen sus propios secretos oscuros y sus propios sustos. Puedes jugar cada capítulo de forma individual o intentar completar todo el recorrido. Creado para Oculus Rift y en Unity 3D, cuenta con gráficos 3D y sonidos dinámicos que trabajan juntos para crear un mundo de inmersión sin precedentes como ningún otro.

Cápitulo 3. Objetivos y metodología de trabajo

En esta sección se detallan los objetivos que impulsaron este trabajo y las metodologías de trabajo del grupo que se siguieron a lo largo de todo el proceso explicados en el plan de trabajo así como también la organización que tomo el grupo de 5 estudiantes con ayuda externa para los apartados de diseño gráfico y el diseño del sonido.

Sección 3.1. Objetivos

El objetivo fundamental con el que surgió el Trabajo de Fin de Grado fue el de desarrollar una versión beta de una experiencia de horror inmersivo aprovechando las tecnologías de realidad virtual disponibles, y así experimentar en primera persona el método de desarrollo de un videojuego y ver las complicaciones que esto entrañaba, así como la dificultad inherente en el propio diseño y posterior puesta en escena.

Posteriormente, y tras ver el potencial del material con el que se estaba trabajando, se decidió aprovechar esta oportunidad para investigar en las tecnologías de realidad virtual y la experiencia de usuario que esta es capaz de brindar, así como los problemas propios de ella, que pueden llegar a repercutir en el jugador, incluso en temas de salud.

Sección 3.1.1. Investigación

La rama de investigación será la primera de la que se hablará. Surgida a posteriori tras las primeras reuniones de gestación del proyecto, ha supuesto un pilar fundamental tanto en él como en el propio Trabajo Fin de Grado, dado la múltiple cantidad de información y posibilidades que brindaba y que han ayudado a la rama de desarrollo a conducir la creación del juego por una senda adecuada a la buena praxis del diseño de juegos adaptados a la realidad virtual. En capítulos posteriores se hablará del proceso de búsqueda de información que se ha seguido, y también del diseño y realización de pruebas que se han llevado a cabo en colaboración con miembros pertenecientes al desarrollo sobre diversos usuarios de distintos perfiles con el fin de ser capaces de precisar los avances y hallazgos que se han observado.

Sección 3.1.2. Desarrollo

En último lugar, se describirá la rama de desarrollo. Fue la idea inicial de la que se gestó todo el proyecto. Ofreciendo una posibilidad tan atrayente como era la capacidad de realizar un videojuego con tecnologías de realidad virtual, esta base hizo de motor para desarrollar un proyecto aún más grande con apartados de investigación, además de incluir el aprendizaje de un motor gráfico de última tecnología como es Unreal Engine 4. Partiendo de una base cero, los resultados que se han ido obteniendo a lo largo del

año han sido gratificantes y de un gran progreso e instrucción rápido, con curvas de aprendizaje que partiendo de un inicio más lento, con el tiempo han ido acelerándose debido a la experiencia. Aun así, y como consecuencia de las dificultades que entrañan tanto el motor como la propia realidad virtual, no se ha podido realizar todo lo que estaba previsto, que será desarrollado en futuras implementaciones.

Sección 3.2. Plan de trabajo

En el siguiente apartado, se expondrá la estructura y organización del grupo que ha realizado el Trabajo Fin de Grado, así como el proceso de desarrollo que se ha seguido durante el transcurso del mismo.

Sección 3.2.1. Cómo se organiza el grupo de trabajo

A la hora de plantear la estructura del grupo, se optó porque el equipo realizase una gestión mediante un sistema descentralizado controlado.

La característica fundamental de esta distribución, es que permite un equilibrio entre la capacidad de creatividad de los miembros del equipo y la organización entre los mismos.

Se formaron dos subgrupos, uno dedicado a la rama de investigación sobre la realidad virtual, efectos secundarios, etc. (a partir de ahora *equipo de investigación*) y otro dedicado a la rama de desarrollo del software (en adelante *equipo de desarrollo*) que acabará utilizándose para probar los avances del grupo, y poder contrastar los datos obtenidos por el equipo de investigación.

A cada uno de los equipos le fue asignado un jefe el cual se encargaría de coordinar a los compañeros que dependían de él. Ambos responsables serían encargados de coordinarse entre sí para que los dos equipos avanzasen a la par y colaborando estrechamente entre ellos.

Para finalizar, por encima de estas dos personas se encontraría el profesor director del Trabajo Fin de Grado, el cual marcaría las pautas y directrices básicas sobre las que seguir.

A medida que se fue desarrollando el proyecto, surgieron colaboradores externos, los cuales, interesados por la temática y posibilidades del mismo, ofrecieron su ayuda para hacer de este trabajo algo aún más grande, y sin cuya inestimable aportación no habría sido posible llegar a estos resultados finales.

Estos colaboradores fueron los grafistas Juan y José Chavarría Castellet, el artista de sonido Manuel Garrido, y otras aportaciones algo más reducidas del grafista Samuel Palafox.

La distribución final fue la siguiente:

- Jefe principal de proyecto: Federico Peinado Gil
- Equipo de investigación:
 - Jefe de equipo: Yusef Abubakra
 - Investigador: David Martín Sanz
- Equipo de desarrollo:
 - Jefe de desarrollo: Miguel Andrés
 - Desarrollador: Alejandro Zabala
 - Desarrollador: Javier Fernández

Sección 3.2.2. Modos de comunicación

Reuniones

Las reuniones sirven para discutir temas relacionados con el desarrollo del proyecto y tomar decisiones. Se suelen realizar dos tipos de reuniones, presenciales y por videoconferencia (mediante la herramienta llamada Skype). Las presenciales suelen ser reuniones parciales de una parte del equipo por razones geográficas y han sido hasta ahora más formales. Las reuniones por videoconferencia suelen hacerse entre los equipos tanto de desarrollo como de investigación, y son más informales. Se ha llevado un registro mediante actas de reunión. Las reuniones han tenido una estacionalidad semanal.

A la hora de realizar una reunión, es importante:

- Anunciar la reunión mediante mensajería instantánea (herramienta usada, grupo de Whatsapp [61]) con suficiente antelación (un par de días mínimo)
- Acordar entre todos, el orden del día mediante una serie de puntos a tratar con el fin de que la reunión tenga forma y fin.
- Que alguien se encargue de levantar acta de la reunión, anotando las decisiones y comentarios que se realicen durante la misma, y luego que suba el acta al espacio compartido (herramienta usada, Drive de Google [62]).

Grupo de mensajería instantánea

Mediante esta herramienta (Chats de grupo en Whatsapp) se han consensado pequeñas decisiones, se ha solicitado ayuda al resto del equipo y se ha informado de reuniones y fechas.

Ha tenido una gran cantidad de contenido tanto de imágenes de cómo avanzaba el proceso de desarrollo como material audiovisual para compartir aspectos de guión y storyboard y mensajes diarios para organizar la dinámica de trabajo y comunicar posibles cambios de planificación.

Espacio de trabajo compartido:

Mediante esta herramienta hemos podido almacenar de forma centralizada todos nuestros archivos de Google Docs y sincronizarlos en todos nuestros dispositivos.

Los archivos son accesibles desde el navegador web, el cliente de Google Drive y la Google Drive mobile app.

Google Drive y Google Docs nos ha proporcionado un espacio único para almacenar, crear, modificar, compartir y acceder a documentos, archivos y carpetas de todo tipo.

- Google Docs está formado por los editores de documentos, hojas de cálculo, presentaciones, dibujos y formularios de Google. Se trata de documentos online alojados en la nube y que ofrecen funciones de colaboración en tiempo real.
- Google Drive es el lugar donde accedemos a todos los archivos, incluidos los documentos de Google Docs y los archivos locales que Utiliza Google Drive para guardar todo tipo de archivos, incluidos documentos, presentaciones, música, fotos y vídeos.
- Google Drive nos mantiene actualizados todos los elementos automáticamente, pudiendo realizar modificaciones y acceder a la última versión desde cualquier lugar.
- Google Drive sustituirá tu anterior Lista de documentos. Todos tus documentos de Google Docs aparecerán automáticamente en Google Drive. Además, cuando muevas archivos locales a la carpeta de Google Drive de tu ordenador, podrás compartirlos y colaborar en ellos de manera muy similar a como lo haces actualmente con Google Docs.
- Google Drive además nos ofrece muchas maneras de ver, buscar y ordenar los archivos. Incluye opciones de búsqueda potentes (incluso la capacidad de buscar texto en imágenes) para que puedas encontrar rápidamente lo que buscas mientras hayas sincronizado con la nube. Google Drive sustituye y mejora la lista de documentos de Google Docs anterior.

Gracias a esta herramienta hemos podido trabajar sin restricciones geográficas, y al mismo tiempo sobre los mismos archivos, estando en contacto permanente e instantáneo mediante su chat.

Planificador de tareas Trello

Trello [63] es una herramienta colaborativa que organiza tus proyectos en tableros. Trello permite ver en que estas trabajando, que está realizando el resto y en que parte del proceso estas.

Esta herramienta se basa en la metodología Kanban. Una metodología desarrollada por Toyota a principio de los años 40, dentro del sistema de gestión de producción JIT (just-in-time).

Trello en sí, es un tablero, y es la forma de distribuir el “espacio”. Este “espacios”, pasa a ser la forma de distribuir nuestro proyecto.

Las opciones que tiene los tableros son: nuevo, edición, borrado, reapertura y preferencias.

Un tablero tiene tres tipos de visibilidad:

- Miembros: Solo estará visible para las personas invitadas al tablero.
- Organización: estará visible a todos los miembros de una organización –que defines previamente-. Sólo los miembros del tablero, podrán realizar cambios.
- Público: estará visible a todo el mundo mediante un enlace. Sólo los miembros del tablero podrán realizar cambios.

Mediante esta herramienta hemos distribuido tareas, informando y evitando que la misma tarea fuera llevada a cabo por varios integrantes del proyecto.

Sección 3.2.3. Horas invertidas por el equipo

A continuación se muestran dos tablas, Tabla 5 y Tabla 6, donde se pueden apreciar las horas invertidas por los integrantes del equipo de desarrollo del presente documento.

Están estructuradas por categorías equivalentes a módulos de producción en el equipo de desarrollo y a horas de investigación en el equipo de investigación.

CONCEPTO	SUBCONCEPTO	PERSONA	Horas TOTALES
Diseño casa			
	<i>Concepts planos</i>	Miguel	3
	<i>Desarrollo planta baja</i>	Alejandro	47
	<i>Desarrollo planta primera</i>	Javier	40
	<i>Desarrollo sótano</i>	Miguel	40
	<i>Migración casa</i>	Alejanro	30
Blueprints			
	<i>Puerta individual</i>	Alejandro	20
	<i>Puerta metal</i>	Miguel	15
	<i>Radio</i>	Javier	11
	<i>Menu inicio</i>	Javier	15
	<i>Carga niveles</i>	Javier	2
	<i>Jarra</i>	Alejandro	18
	<i>Susto portazo</i>	Alejandro	13
	<i>Palos madera</i>	Miguel	4
	<i>Animación final</i>	Alejandro	30
Decals			
	<i>Sangre,tela,agua...</i>	Javier	30
	<i>Sangre</i>	Miguel	3
Sonido			
	<i>Busqueda y utilización</i>	Javier y Alejandro	20
Guión			
	<i>Ambientación e historia previa</i>	Miguel	4
	<i>Guión definitivo</i>	Miguel y Manuel	4
	<i>Diseño de ruta de personajes</i>	Miguel y Manuel	2
	<i>Diseño de notas de historia</i>	Miguel y Manuel	3
	<i>Diseño historia radio</i>	Miguel y Manuel	1
	<i>Diseño sustos</i>	Miguel y Manuel	2
	<i>Elección música por cada tramo de historia</i>	Manu	2

Tabla 5 – Horas invertidas Primera Parte

Guión			
	<i>FX</i>	Javier	15
Coordinación			
	<i>Reuniones coordinacion equipos</i>	Yusef y Miguel	8
Documentación técnica			
	<i>Documento de Diseño de juego</i>	Miguel	3
	<i>Habilitación repositorio</i>	Miguel	1
	<i>Tutoriales repositorio</i>	Javier y Alejandro	8
	<i>Configuración Oculus</i>	Javier	4
	<i>Documentación hitos</i>	Miguel	10
	<i>Migrar repositorio</i>	Alejandro	4
Trabajo investigación			
	<i>Investigación, pruebas y resultados</i>	Yusef y David	78
Formación			
	<i>Aprendizaje Blender</i>	Alejandro	20
	<i>Busqueda contenido reutilizable</i>	Alejandro	5
	<i>Integración Oculus-UE4</i>	Javier	8
IA			
	<i>Árbol de comportamiento</i>	Alejandro	22
Ejecutable			
	<i>Realizar ejecutable</i>	Alejandro	1
Memoria			
	<i>Redacción memoria</i>	Javier	10
	<i>Redacción memoria</i>	Miguel	20
	<i>Redacción memoria</i>	Yusef	32
	<i>Redacción memoria</i>	David	26

Tabla 6 – Horas invertidas Segunda Parte

Sección 3.2.4. Modelo de desarrollo usado

A la hora de realizar el proyecto, no se ha seguido un modelo claro, sino que se ha optado por un planteamiento de desarrollo incremental basado en hitos marcados cada poco tiempo, con una implementación ágil y reuniones de equipo cada 2 semanas para evaluar el progreso de ambos equipos a la vez, además de fijar fechas futuras e hitos que deberían poder cumplirse para dichas fechas.

Se estableció un grupo de conversación mediante la plataforma WhatsApp, para tener un canal de comunicación común entre todos.

A medida que el proyecto avanzaba, se fueron identificando dificultades, algunas inherentes del propio proyecto debido a su complejidad, el aprendizaje de una plataforma nueva para todos, y otros problemas que correspondían ya al equipo, como podía ser la falta de coordinación en determinados aspectos, que conllevaban retrasos en la entrega (algunas veces derivados de las dificultades antes nombradas).

Cápítulo 4. Especificación de requisitos

A continuación se pasará a exponer los datos relativos al diseño del juego en sí, su concepción, argumento y trama final, así como ésta afectaría a la implementación final.

Sección 4.1. Guión y ambientación del juego

A la hora de definir el juego, se decidió optar por el género Survival Horror en primera persona por los siguientes motivos:

- Ser capaces de explotar la capacidad de inmersión del periférico Oculus Rift.
- El alto potencial que el equipo veía en este género en concreto utilizando realidad virtual.
- La facilidad para poder experimentar con la sensación de emociones que podía sentir una persona con el uso de ésta tecnología, y cuán real le podía resultar los sentimientos surgidos a raíz de lo que estaba jugando.

Debido a esto, una vez decidido el tipo de juego, se realizó un Documento de Diseño de Juego, a cargo del equipo de desarrollo, donde se expondrían las directrices que servirían como plantilla para iniciar el desarrollo.

En adicción a esto, se elaboró también un Documento de Desarrollo argumental y otros dos documentos en referencia a la intrahistoria y su planteamiento en la lógica del juego, fijando ya las zonas accesibles del escenario (del cual se hablará en profundidad en el siguiente capítulo y las que no, los recorridos de la Inteligencia Artificial, y los eventos generados.

En estos documentos, se detallaron los comportamientos que debía tener la Inteligencia Artificial, los sistemas de narración para que el usuario comprendiese la historia, y los distintos sustos y situaciones que el jugador viviría en diversos emplazamientos del juego. Debido a problemas de tiempo y a un mal seguimiento de la planificación, una gran parte de estos diseños no pudieron ser realizados.

Todos los documentos mencionados anteriormente pueden ser consultados en la sección Anexos de la Memoria del Trabajo Fin de Grado.

Sección 4.2. Personajes

Para el guión y trama diseñados, se precisó la creación de dos personajes que serían los protagonistas de la experiencia. Estos protagonistas son “La niña” y “El monstruo”. En los próximos apartados entraremos en detalle sobre cada uno.

La niña

El primer personaje sobre el cual se debe hablar es “La niña”. Es un Personaje No Jugador, el cual tendrá una inteligencia artificial definida por un árbol de comportamiento, bastante básico debido a la complejidad para implementarlo y las limitaciones de tiempo que se tenían, del cual se hablará en profundidad en el capítulo 4 de la memoria.

- *Concepts:* A la hora de crear el personaje, se plantearon varios diseños los cuales pudiesen cuadrar tanto con la ambientación, como con la situación a la que se ha visto expuesto el personaje en relación con la línea argumental previa al inicio del juego. Para ello, los dos grafistas colaboradores del proyecto, realizaron varios concepts de La niña hasta que finalmente el equipo optó por un diseño. Estos concepts se encuentran recogidos en la sección Anexos de la Memoria del Trabajo de Fin de Grado.
- *Animación:* Para simular el movimiento del personaje, así como sus distintos gestos y expresiones, se encargó a los artistas el diseño de diferentes animaciones, las cuales luego serían incluidas en el motor y vinculadas a la niña mediante el sistema de Blueprints implementado en Unreal Engine 4. Entre las animaciones cabe destacar la animación final, en la cual se puede ver también el personaje manejado por el jugador, y que cierra la pequeña aventura narrada en esta experiencia inmersiva.

El Monstruo

En último lugar se expone a continuación el personaje principal citado anteriormente como “El monstruo”. Éste, será el punto de vista desde el cual el jugador vivirá la historia, sin tener conocimiento del ente que representa hasta la escena final del juego

- *Concepts:* De modo similar al contado en el anterior personaje, los artistas gráficos realizaron distintos diseños que pueden ser consultados en la carpeta Anexos de la Memoria del Trabajo Fin de Grado. La estética de este personaje despertó más dudas en el conjunto del equipo al no estar definida la apariencia exacta del mismo, la cual se pretendía que fuese lo más adecuada posible a la situación narrada en el juego.

Sección 4.3. Interacción del jugador con el juego

El jugador hará uso de la tecnología Oculus Rift para obtener una experiencia de inmersión satisfactoria. En complemento a los controles ofrecidos por este periférico, el usuario se limitará a ir visitando e investigando distintos puntos del escenario. Durante este breve viaje, el jugador deberá interactuar con puertas para abrirlas y cerrarlas para acceder a estancias, así como otro tipo de objetos como el armario donde se encuentra emplazada la animación final. En futuras implementaciones se contemplará la capacidad del personaje para recoger objetos a la par que pistas.

Sección 4.4. Música y sonido

La música y sonido forman un apartado importante a la hora de completar el juego. Gracias a la colaboración de Manuel Garrido, como artista de sonido, se obtuvieron diversos sonidos encargados por el equipo de desarrollo acorde a la temática y el escenario. Además, compuso tres breves temas para usar libremente durante toda la experiencia en los puntos que mejor pareciese al equipo, siempre consultando sus opiniones.

Una vez obtenidos estos sonidos, se procedió a su introducción en el proyecto y experimentación con los diversos efectos que proporcionaba el motor hasta adecuarlos perfectamente a lo necesitado.

Sección 4.5. Menús e interfaces

Se plantearon diversas posibilidades de menús e interfaces, los cuales plantearon distintas dificultades:

- Menú de inicio: rompía la inmersión, creado con tecnología HUD, se vieron complicaciones dado que no está pensado para una proyección 3D.
- Menú de configuración de inmersión: se pensó un menú entre los dos equipos el cual poder abrir in-game para activar y desactivar distintas opciones que podían afectar tanto a cuestiones de rendimiento (FPS) como al mal conocido como Simulator Sickness, del que se hablará en profundidad en el capítulo 6. Por desgracia, este menú no ha podido ser implementado en esta versión por dar prioridad al diseño del escenario y mecánica del juego, pero está pensado incluirlo en futuras implementaciones.

Cápítulo 5. Análisis y diseño

En el siguiente capítulo, se pasará a exponer los procesos de trabajo que se han seguido durante el transcurso del Trabajo Fin de Grado en lo referente al aprendizaje y posterior desarrollo a partir de los conocimientos adquiridos sobre el motor Unreal Engine 4. Los diferentes recursos que este ofrece, su uso, aprovechamiento, y puntos fuertes respecto al resto de motores de la generación actual.

Sección 5.1. Diseño del escenario

A la hora de diseñar el escenario, el equipo de desarrollo realizó en un primer momento unos planos en papel de los diferentes entornos por donde el usuario interactuaría con el fin de emplearlos como base sobre la que trabajar. Posteriormente, esto ha desembocado en la unificación de los niveles planteados en un único nivel con ligeras modificaciones en su estructura para acomodar el desarrollo a las diferentes situaciones y obstáculos que el equipo ha ido encontrando conforme avanzaba su implementación.

Sección 5.1.1. Escenario principal

El escenario donde se desarrolla el juego es una casa, la cual en una primera idea se distribuiría en el juego en forma de dos niveles separados comunicados entre sí por una fase de carga. Posteriormente, y tras evaluar pros y contras de esta situación, se decidió unir los dos niveles en un único escenario para evitar posibles esperas al usuario a la hora de realizar fases de carga dado que esto era un motivo de ruptura con la sensación de inmersión que el usuario podía experimentar durante el juego.

Nuestro escenario, ambientado en una gran mansión, consta de tres plantas:

- Sótano: lugar de inicio de la aventura. De aspecto simple, es donde el usuario recibe el primer impacto visual. La característica por la que destaca respecto a las otras dos plantas es que en éste se utilizan texturas completamente diferentes, blueprint de puertas de celdas, es más diáfano y posee una iluminación precaria. El mobiliario y props utilizados en este nivel también son distintos, debido a que la apariencia y ambientación es completamente diferente dado el uso planteado para el sótano siguiendo la trama sobre la que fueron diseñados los niveles. Como puntos en común respecto a los posteriores niveles, utiliza los blueprints de puertas de madera que fueron creados para las plantas baja y primera del escenario.
- Planta Baja: es la planta principal del escenario, y punto central que une el sótano con la planta primera. Posee una arquitectura y diseño completamente diferente al sótano y similar al de su homóloga superior. Posee una mayor

variedad de texturas para suelos y paredes (madera, azulejos, baldosines) y una iluminación oscura pero algo más rica que el nivel anteriormente citado. Posee tanto zonas diáfanas como otras bastante herméticas. Posee un blueprint de sustos con una puerta creado a partir del blueprint de la puerta de madera original. Comparte mobiliario con la planta superior.

- Planta Primera: similar en aspecto a la anterior, con la cual comparte el salón principal así como todas las texturas empleadas en ella. Posee un blueprint de sonido según la presencia del jugador en una determinada zona.

Concepts y diseño en UE4

Como ha sido explicado anteriormente, se realizaron los concepts que se adjuntan a continuación en papel de la arquitectura del escenario, los cuales luego fueron traducidos al motor gráfico con ligeras variaciones:

Diseño inicial del sótano:

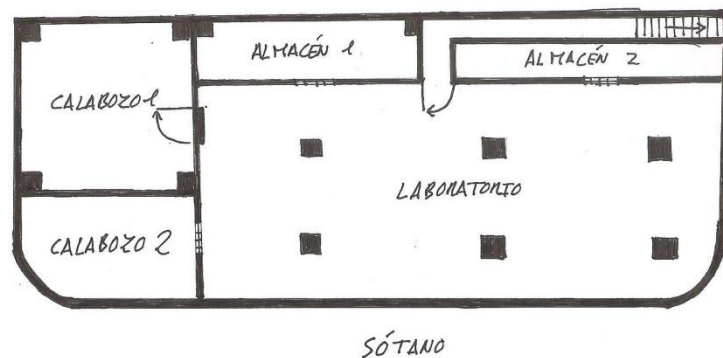


Figura 18 – Plano inicial: Sótano

Variaciones: Se decidió utilizar las puertas de madera para determinadas zonas del nivel en vez de que todas las puertas fuesen de celda.

Diseño inicial de la planta baja:

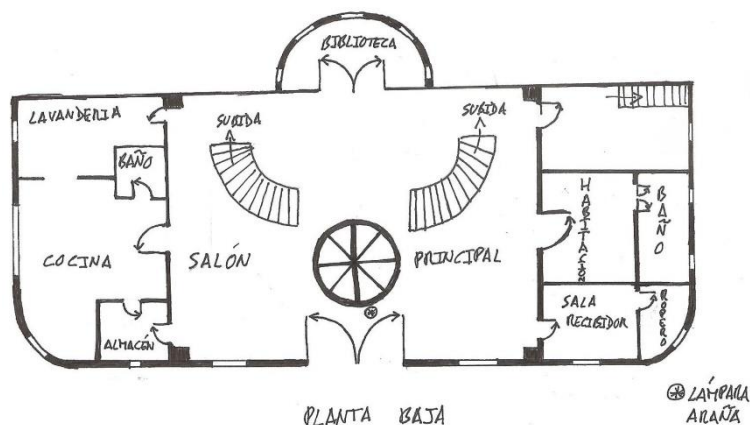


Figura 19 – Plano inicial: Planta baja

Variaciones: las esquinas biseladas de la zona inferior que se muestran fueron sustituidas por bordes normales, dado que era un detalle estético donde no se debía perder tiempo en primera instancia.

Diseño inicial de la planta primera:

Variaciones: los balcones que se muestran en la imagen se decidió dejarlos cerrados dado que no se disponía de tiempo para modelar un escenario exterior ni texturas propias para los balcones.

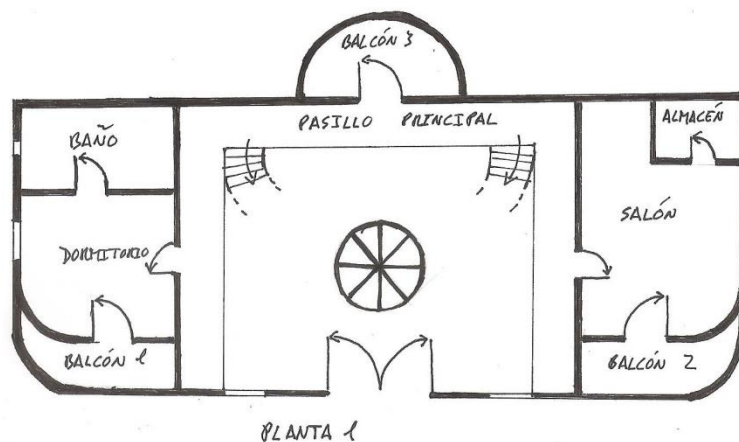


Figura 20 – Plano inicial: Planta primera

Iluminación:

La iluminación de los niveles resultó ser un punto clave a la hora de crear un ambiente adecuado para sugerir una situación de miedo e incertidumbre en el jugador, teniendo en cuenta los puntos que debían poseer una buena iluminación o por el contrario esta debía ser más bien pobre. Además, el equipo de desarrollo decidió que debido al consumo que genera el uso de luces y los altos requerimientos del periférico Oculus Rift en cuanto al rendimiento del software en número de FPS, introducir en el escenario el menor número de luces posibles, así como añadir al jugador una luz móvil que lo acompaña a modo de linterna de exploración. Las diferencias de iluminación en el escenario radican en:

- El sótano debía tener una ambientación diferente, debido a las actividades realizadas en el de acuerdo a la trama, tenía que aparentar ser un lugar lúgubre, tétrico y macabro.
- Al ser el sótano una planta subterránea, es de suponer que debe tener menos iluminación que los otros niveles que se encuentran sobre el suelo.
- La planta baja y la planta superior poseen ventanas por las cuales es posible la entrada de luz del exterior, aunque de un modo mínimo dada la situación de nocturnidad en la que transcurre el juego.

- La planta superior tiene dos balcones los cuales dejarían pasar más luz que en la planta baja.
- Determinados rincones de las tres salas poseen una iluminación precaria de su zona por ambientación dado que pueden estar ubicados en ellas sustos, pistas, etc.

Sección 5.2. Aplicación de texturas

A la hora de trabajar sobre los diferentes elementos del entorno podemos diferenciar varias formas de aplicar una textura a un objeto según lo que se quisiese hacer y el resultado que se buscase obtener:

- Materiales: es el modo más simple de aplicar una textura a un objeto. Utilizan shaders (sombreadores) para trabajar sobre la textura, su iluminación, e incluso la posibilidad de trabajar sobre más de una textura.
- Decals: son un tipo de textura secundaria diseñada para aplicar sobre otros materiales con fines decorativos. Esto es posible debido a que los decals utilizan un canal alpha con el cual consiguen determinar las zonas visibles de la textura principal.
- Sombreadores: también conocidos como shaders, son un complemento a las propiedades de los materiales y que definen el modo en que se va a renderizar el objeto, así como determinadas propiedades de la textura. Existen distintas familias de shaders, entre los cuales destacan por su uso actual los Shaders Normales.

Sección 5.3. Blueprints

En esta sección se expone y se explica el concepto de la programación visual diseñada e implementada en la última versión del entorno de desarrollo de la Epic Games.

Sección 5.3.1. Uso de Blueprint: programación visual

Uno de los puntos fuertes sobre los que se apoya el motor gráfico Unreal Engine 4, son los Blueprints. Estos, actúan como complementos añadidos al escenario en forma de actores y generadores de eventos.

Su desarrollo se realiza en una interfaz muy intuitiva, basada en nodos, los cuales reciben parámetros de entrada de otros nodos, y que pueden o no generar una salida de acuerdo a los datos recibidos.

Es un concepto de programación gráfica donde mediante la interconexión de nodos, eventos, funciones y variables, simularán un comportamiento en el sistema

consiguiendo que de un modo sencillo lleguemos a desarrollar elementos complejos del juego.

Destacamos dos tipos de Blueprints en Unreal:

- De nivel: creados exclusivamente para el nivel en el que se encuentran. Por lo general deben ser eventos que sólo se van a dar en el nivel.
- De clase: se desarrollan en una vista separada al nivel y puede ser utilizado en cualquier escenario simplemente con añadirlo al mismo, lo cual nos aporta un buen reaprovechamiento de los recursos que hemos desarrollado una vez, para poder utilizarlo tantas veces como queramos.

Sección 5.3.2. Diseño de Blueprints

A la hora de diseñar los blueprints debemos tener en cuenta diversos factores:

- Qué parámetros debe recibir.
- Qué efecto produce.
- Determinar si el inicio del flujo se produce por algún tipo de contacto con otro objeto, por la interacción con el jugador o si se desencadena mediante un trigger.
- Si el blueprint debe volver a la situación inicial después de realizar su flujo.

Partiendo de esta base encontramos los siguientes tipos de nodos:

- Eventos: representan una situación que ocurre y que puede desencadenar una acción.
- Funciones: representan gráficamente el script que es utilizado por detrás sobre nuestro objeto (por ejemplo, una rotación).
- Variables: hacen referencia a una parte en concreto de nuestro objeto, o a alguno de los objetos que están relacionados con éste mediante el blueprint, por ejemplo, un trigger.

Para diseñar nuestro grafo que representará el comportamiento del blueprint, el editor de Unreal Engine 4 nos provee de un entorno con dos vistas destacadas que se muestran a continuación en las Figuras 21 y 22:

Vista de componentes

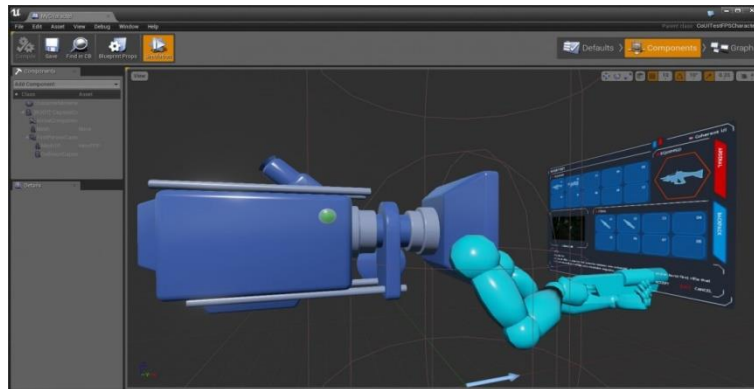


Figura 21 – Vista componentes Blueprints

En esta vista tendremos una presentación visual de lo que será el aspecto físico de nuestro blueprint, así como los elementos que lo componen.

Podremos añadir componentes, modificar sus propiedades, o eliminarlos, según las necesidades que tengamos. Además, se podrán añadir componentes como los TriggerBox utilizados para detectar cualquier tipo de colisión que se produzca con ellos.

Vista de gráfico

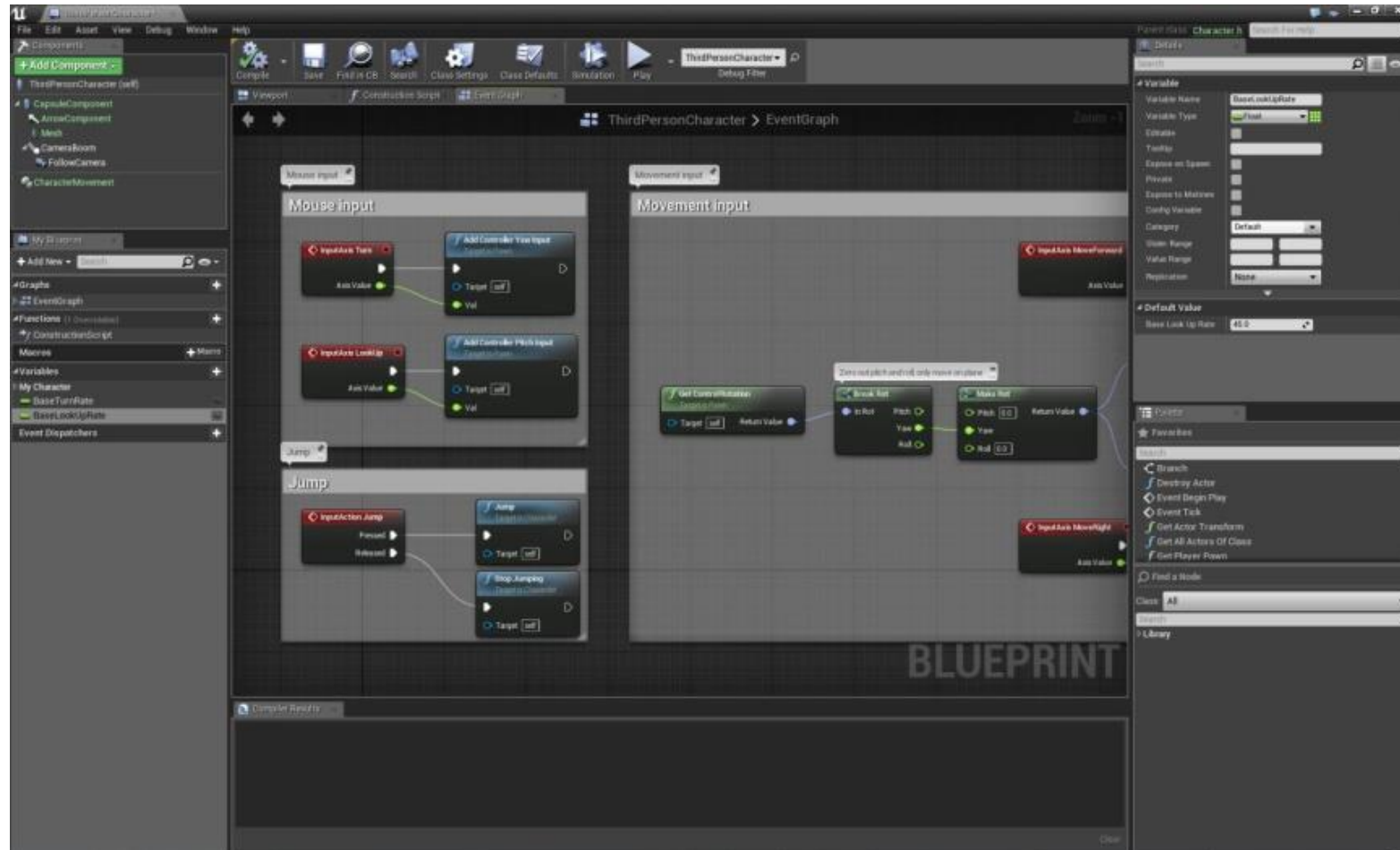


Figura 22 – Vista gráfica Blueprints

Muestra el grafo de nodos y sus interconexiones, dándonos la opción de añadir y eliminar nodos, realizar una compilación del sistema e incluso simularlo.

En el lado izquierdo podemos ver las variables que tenemos, componentes, y seleccionarlos para hacer referencia a ellos, así como una pestaña de detalles de las variables.

En la zona central, encontramos el navegador básico de la interfaz, donde situaremos los nodos que se interconectarán.

En el lado derecho, podremos buscar nodos de entre los favoritos o entre el total de nodos que nos ofrece este sistema.

Sección 5.3.3. Introducción de Blueprints en el escenario

Una vez se han desarrollado Blueprints de clase, estos pueden ser añadidos al escenario para ser utilizados en el desarrollo del nivel. Esto nos genera un reaprovechamiento de recursos muy grande, dado que la situación que se produce es similar a utilizar un objeto definido en una clase en otra clase simplemente con hacer su declaración y construirlo.

A la hora de añadirlo, en el explorador principal del escenario, encontraremos una carpeta llamada Blueprints donde se deben guardar todos los Blueprints de clase utilizados en el desarrollo del proyecto. Simplemente tendremos que seleccionarlo y arrastrarlo al emplazamiento aproximado en el que nos gustaría que estuviese, y una vez situado, poder interactuar con el mismo en el editor del mismo modo que con cualquier actor, asset o prop.

Sección 5.3.4. Blueprints diseñados

Modificaciones realizadas al diseño inicial

Debido a que una vez analizado el escenario principal tras maquetarlo en Unreal Engine 4 y ver una primera experiencia con Oculus Rift, el grupo de trabajo se percató de que era mejor una experiencia concentrada en un nivel más pequeño pero con más intensidad en los eventos ocurridos, se replanteó la estructura haciendo una versión de prueba donde se puede jugar una planta baja más compacta y reducida, al igual que un sótano similar, a cambio de obtener una mayor calidad en el diseño de los escenarios y ganar en experiencia de usuario. Durante el capítulo de pruebas se expondrán los resultados obtenidos y los datos ofrecidos por los usuarios de cara a mejorar una segunda versión mejorada.

Finalmente, en la estructura del nivel encontramos un sótano redimensionado y minimizado donde se sustituye la planta rectangular por una cuadrada reutilizando los recursos iniciales y obteniendo un mayor impacto visual cuando el jugador se encuentra en esta.

Por otro lado, la planta baja también disminuye en dimensiones, y se fusiona con la planta primera siguiendo la siguiente estrategia:

- Suprimir habitaciones inservibles de la planta baja, y que no aportaban nada a la exploración.
- Trasladar habitaciones útiles de la planta primera a la baja y adaptarlas a los huecos dejados por los habitáculos suprimidos que se han nombrado anteriormente.

Animación final

La animación final supone la guinda del pastel al trabajo realizado por el equipo durante todo el año. Diseñada por los grafistas Juan y José Chavarría, fue introducida en el escenario y adaptada a su interacción con el usuario.

A la hora de plantearlo, se encontraron problemas pues la animación requiere del uso de un espejo para mostrar el final, pero una vez se comenzó a probar la técnica del espejo, se vio su alto consumo en fps, y dado al gran hándicap que esto supone para Oculus Rift, se optó por simular un falso espejo con una segunda cámara que reflejaría la escena como si del mismo se tratase.

Blueprint puerta sótano

Este Blueprint simula el movimiento de una puerta abriéndose y cerrándose. Concretamente, el de las puertas que están en las celdas del sótano. Para ello, podemos apreciar en la siguiente imagen que la pieza fundamental de este tipo de Blueprint es el elemento conocido como *Timeline*. Este nodo representa la traslación del objeto en cuestión en uno o varios de los tres ejes de coordenadas durante un periodo de tiempo que estableceremos internamente. Los resultados que este nodo devuelve son pasados a dos nodos que fijan la posición nueva del actor.

Los otros elementos que constan son: el controlador de entrada, el nodo que indica el sonido reproducido y los receptores de contacto con el trigger que dispara la acción.

Estos elementos se pueden apreciar en la vista esquemática del blueprint de la Figura 23.

El primer diseño planteado de este Blueprint era una puerta deslizante, pero debido a cambios en el diseño se decidió que tuviese el comportamiento de una puerta normal.

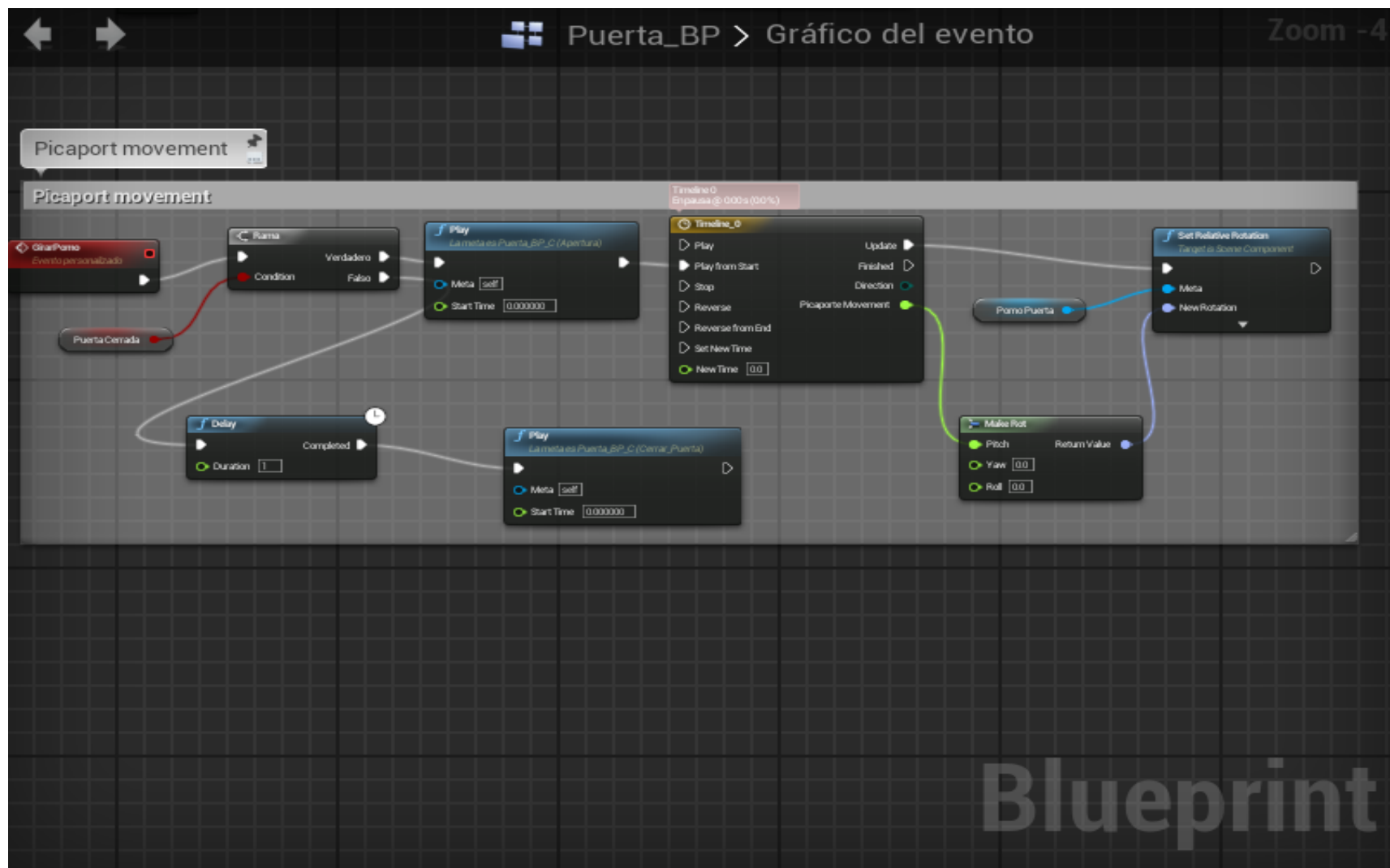


Figura 24 – Vista de la animación del picaporte del Blueprint de la puerta

Blueprint puerta casa

Semejante a su homónimo del sótano, el mecanismo empleado es el mismo, añadiendo la animación del movimiento del picaporte cuando se abre dado que la anterior puerta no posee ningún tirador.

Este Blueprint se empleará como base para incorporar la animación de la puerta entreabierta que es cerrada por la niña.

El esquema del diseño de este Blueprint se puede apreciar en la Figura 24.

Blueprint de la radio

Simula el ruido de una radio, que se inicia cuando el usuario pasa por una determinada zona del escenario. A medida que el jugador se acerca o se aleja del punto emisor del sonido, este se siente más cercano o lejano acorde a la realidad. Es el Blueprint más complejo en cuanto a tratamiento de sonido.

Está compuesto por dos señales de sonido, cada uno de ellos compuesto por dos audios y dos atenuaciones de sonido, todo esto se puede apreciar en la Figura 25.

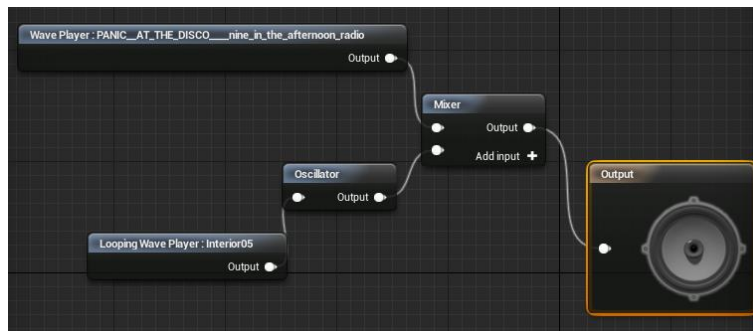


Figura 25 – Vista de una señal de sonido

Cada atenuación da una distancia de inicio y fin del sonido, mientras que el jugador se acerca el sonido se atenúa. La radio está compuesta por ambas señales y el mesh de la radio. Los detalles de esta configuración se editan en la pestaña de Details del modo en que aparece en la Figura 26 y en la Figura 27.

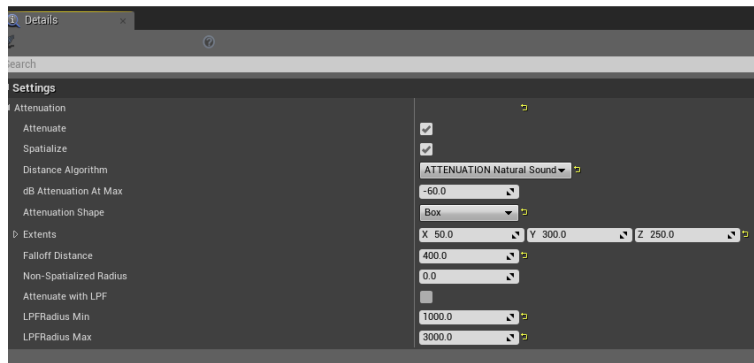


Figura 26 – Vista de la atenuación de un sonido

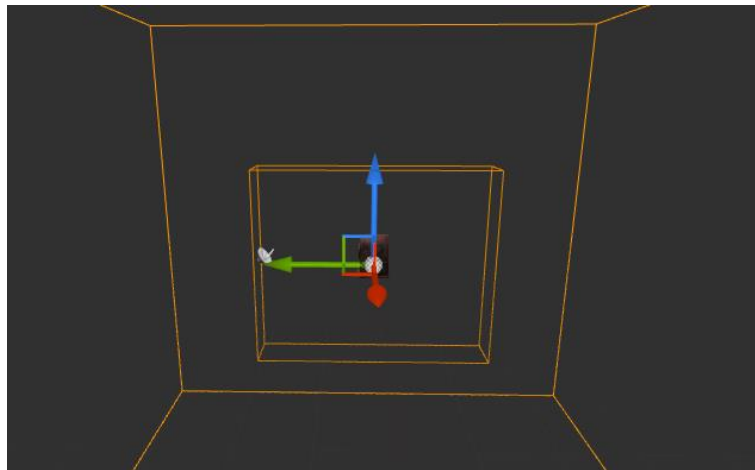


Figura 27 – Vista dos de atenuación de un sonido

Blueprint de luces del sótano

El objetivo de este Blueprint es jugar con la iluminación, y luces del sótano, simulando un parpadeo de luces que finalmente se acaban fundiendo. Está compuesto por nodos que hacen referencia a las luces que iluminan el nivel y por otros que se encargan de activarlos o desactivarlos para modificar esta iluminación. Entre medias de estos, encontramos un tercer nodo, "*Delay*", que se encarga de retrasar durante una fracción de segundo preestablecida la ejecución del punto encargado de hacer el cambio de iluminación. Toda esta configuración se aprecia en el esquema de diseño de la Figura 28.

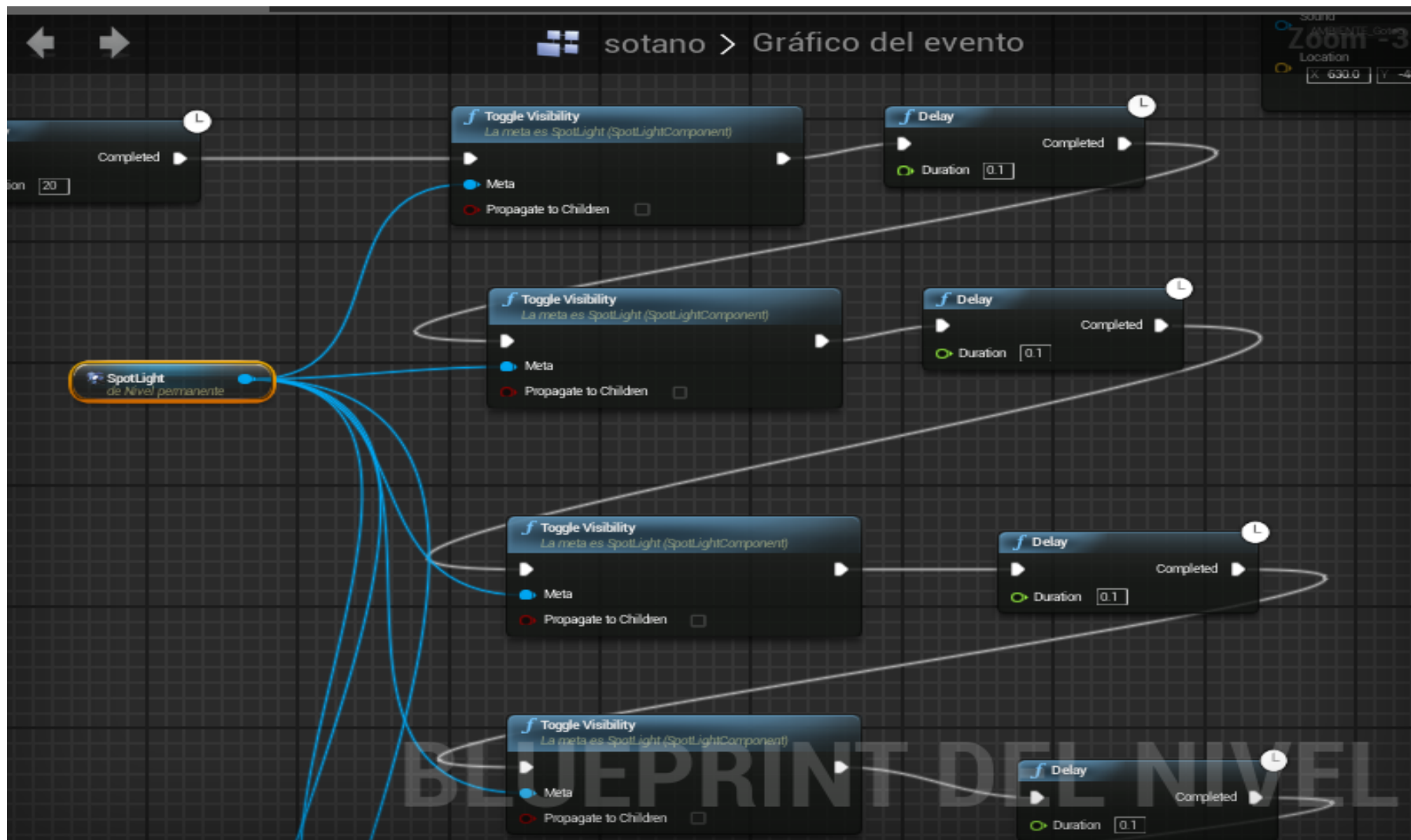


Figura 28 – Vista del Blueprint de las luces del sótano

Blueprint de menú de juego con UMG

Al principio creamos un menú mediante la tecnología UMG de Unreal, pero por la incorporación de Oculus Rift no se usó ya que no está preparada para su uso con el visor de realidad virtual.

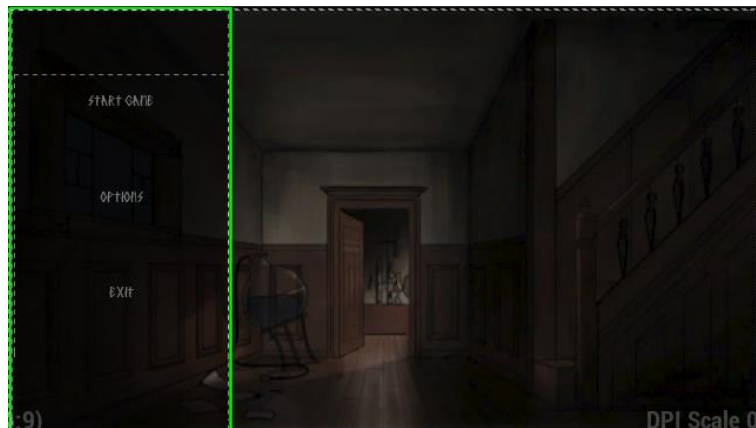


Figura 29 – Vista del menú UMG

El menú estaba compuesto por tres funciones de blueprint, estas son:

- Salir del juego.
- Iniciar juego.
- Cambiar el color del texto del menú al seleccionar algo.

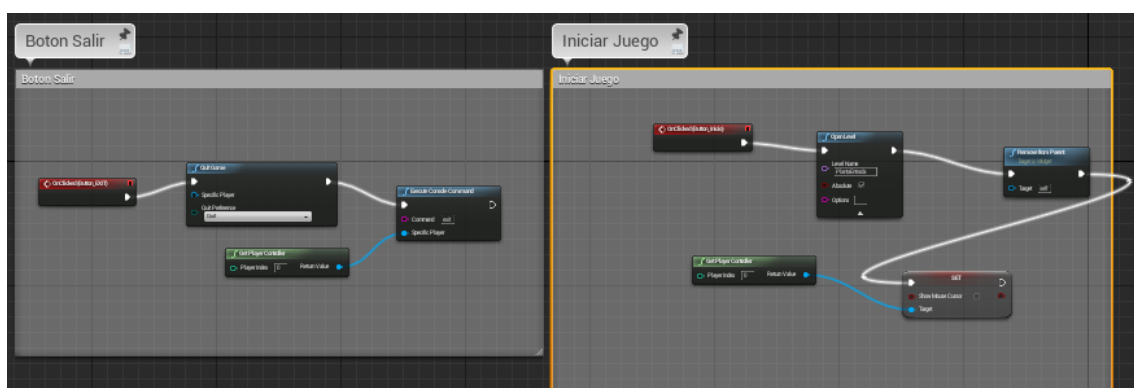


Figura 30 – Vista de las funciones del menú UMG 1

Blueprint de menú de juego desplegable

Proyecta en el escenario un menú con diferentes opciones para el juego, como el de la Figura 32, a nivel in-game, como puede ser realizar cambios en la iluminación. Aprovecha el uso de Oculus Rift para mover el cursor al que apuntar con la propia cabeza.



Figura 32 – Vista de las funciones del menú UMG 2

A continuación podemos ver en las dos próximas imágenes como se encuentra diseñado este blueprint.

En la primera imagen, Figura 33, se muestra el nodo inicial del menú del cual parten las distintas opciones que encontraremos.

En la segunda imagen, Figura 34, podremos ver como en función de la entrada se realiza la toma de una opción u otra y se ajustan los parámetros para volver a empezar con ello (nodos ajustar y "+", nodo refresh).

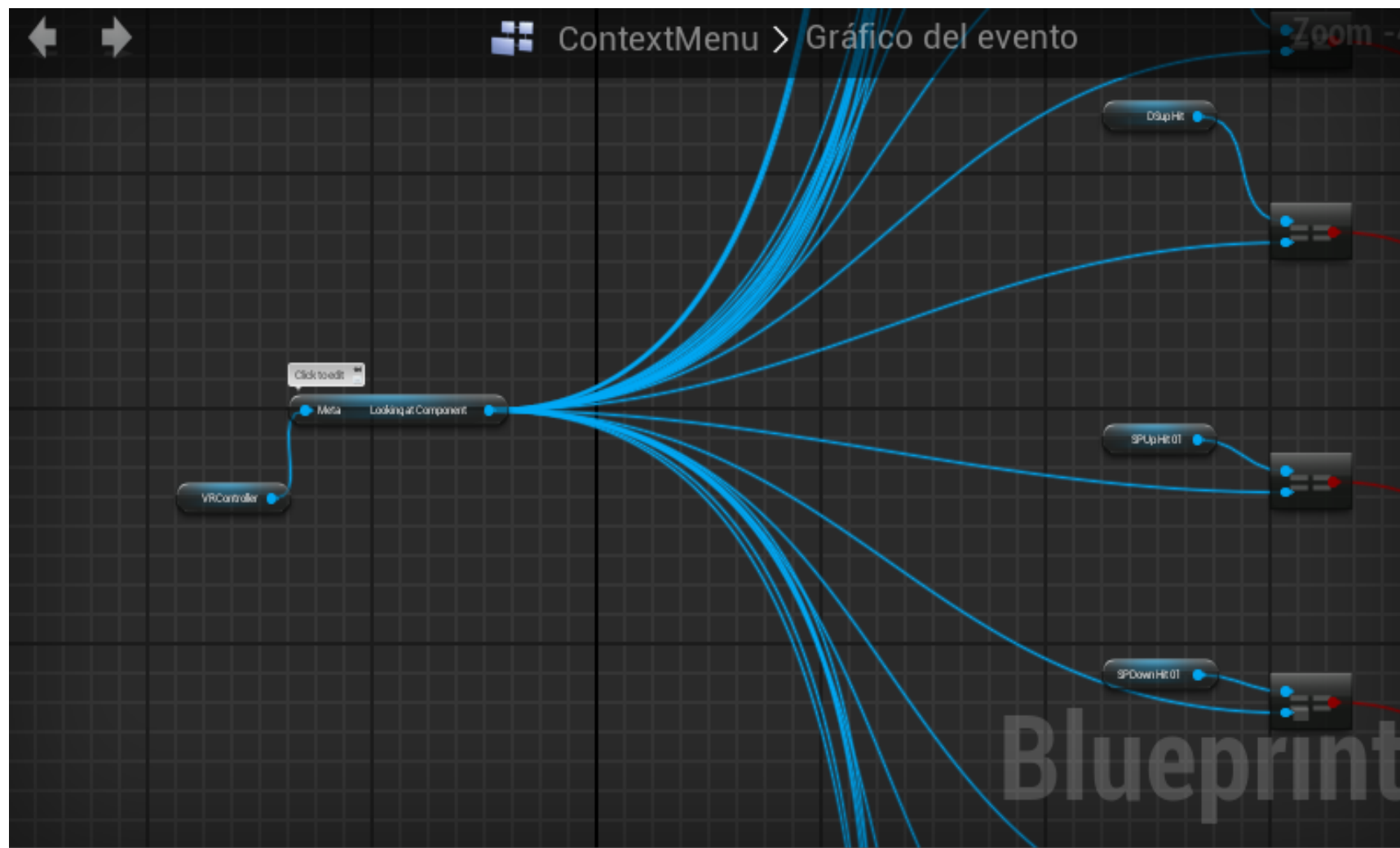


Figura 33 – Vista 1 de los nodos del menú in-game

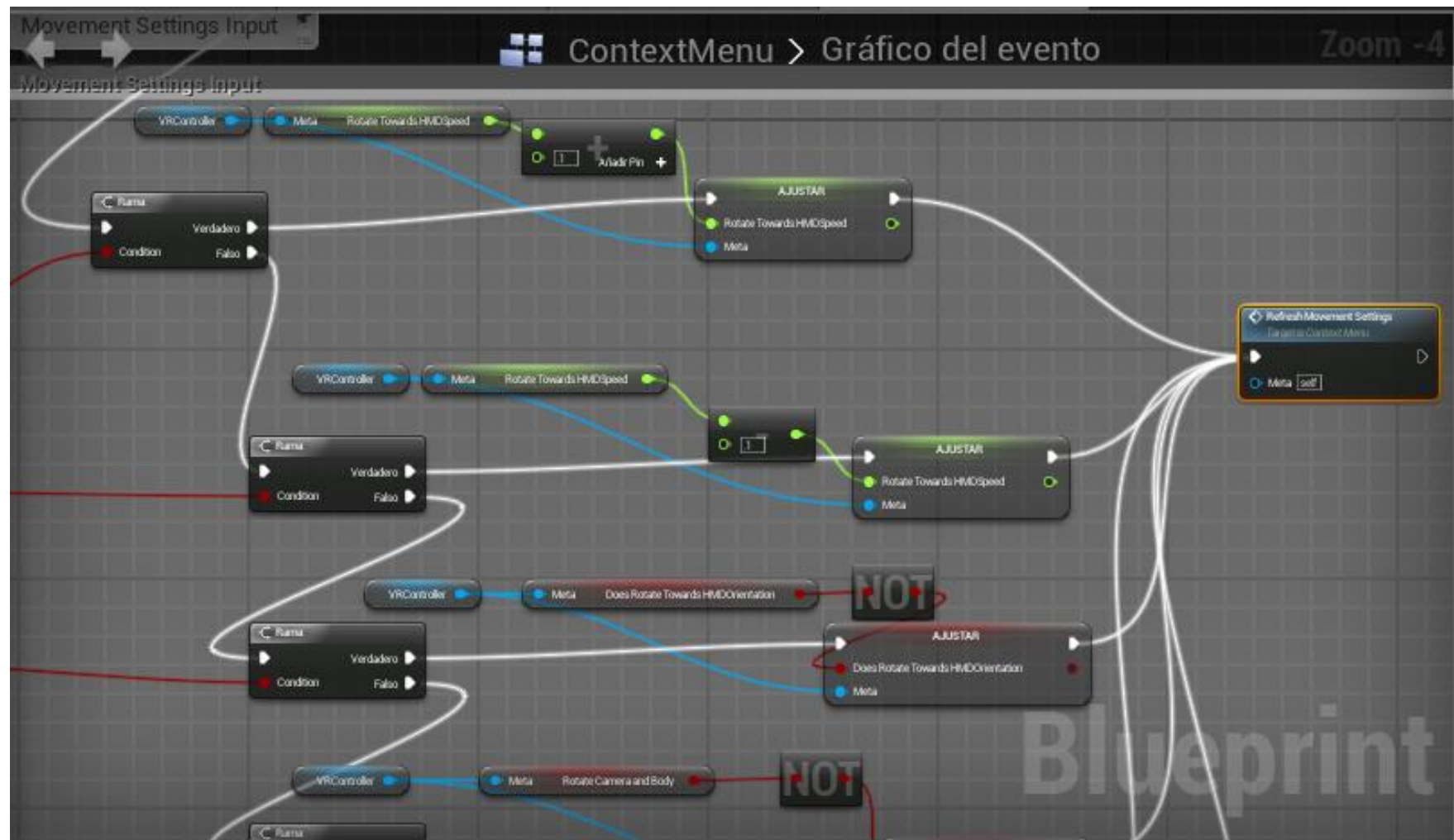
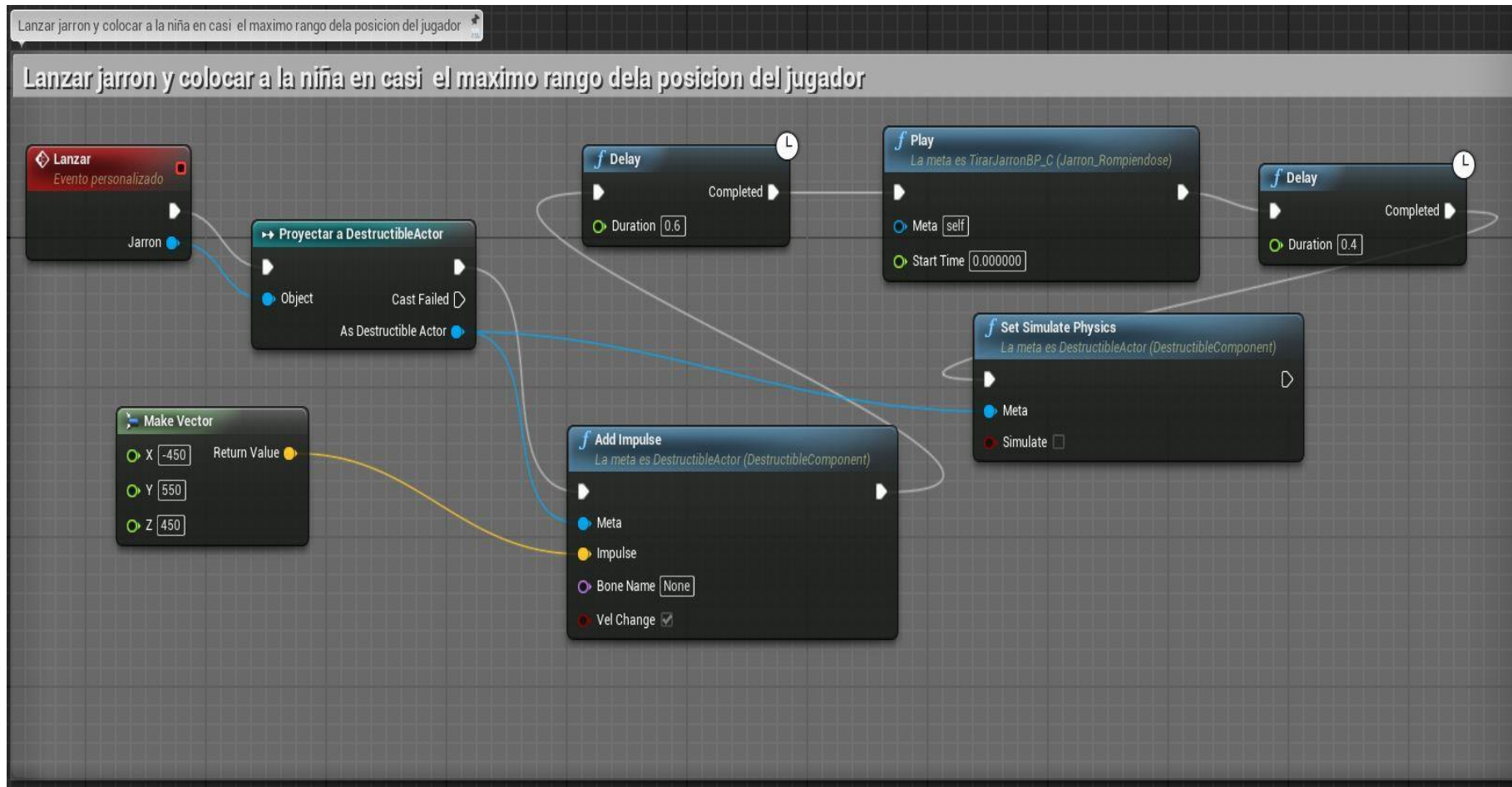


Figura 34 – Vista 2 de los nodos del menú in-game

Figura 35 – Blueprint del susto del jarrón



Blueprint arrojar jarrón

Realiza una aparición de la niña en el rango más alejado posible y simula como arroja un jarrón al jugador. De este modo realiza la opción de lanzar mediante un vector de trayectoria y el nodo *Play*. Finalmente, se simulan las físicas para el objeto en cuestión. Las siguientes imágenes, Figura 35, ilustran el comportamiento del Blueprint.

Blueprint de portazo

Es un añadido a la funcionalidad del Blueprint de la puerta donde se inicia con una puerta normal entreabierta. Al interactuar el jugador con él la primera vez, se carga la animación de cierre de la puerta, simulando el portazo de la niña de la mansión.

Una vez hecho esto, se comportará como una puerta normal. Una vez comienza la ejecución, el nodo *PlayAnimation* se encarga de cargar la animación del cierre de la puerta y ejecutarla, para posteriormente hacer uso del nodo *Timeline* anteriormente citado en los Blueprints de puertas del modo usual.

La Figura 36 muestra el esquema del diseño de este Blueprint.

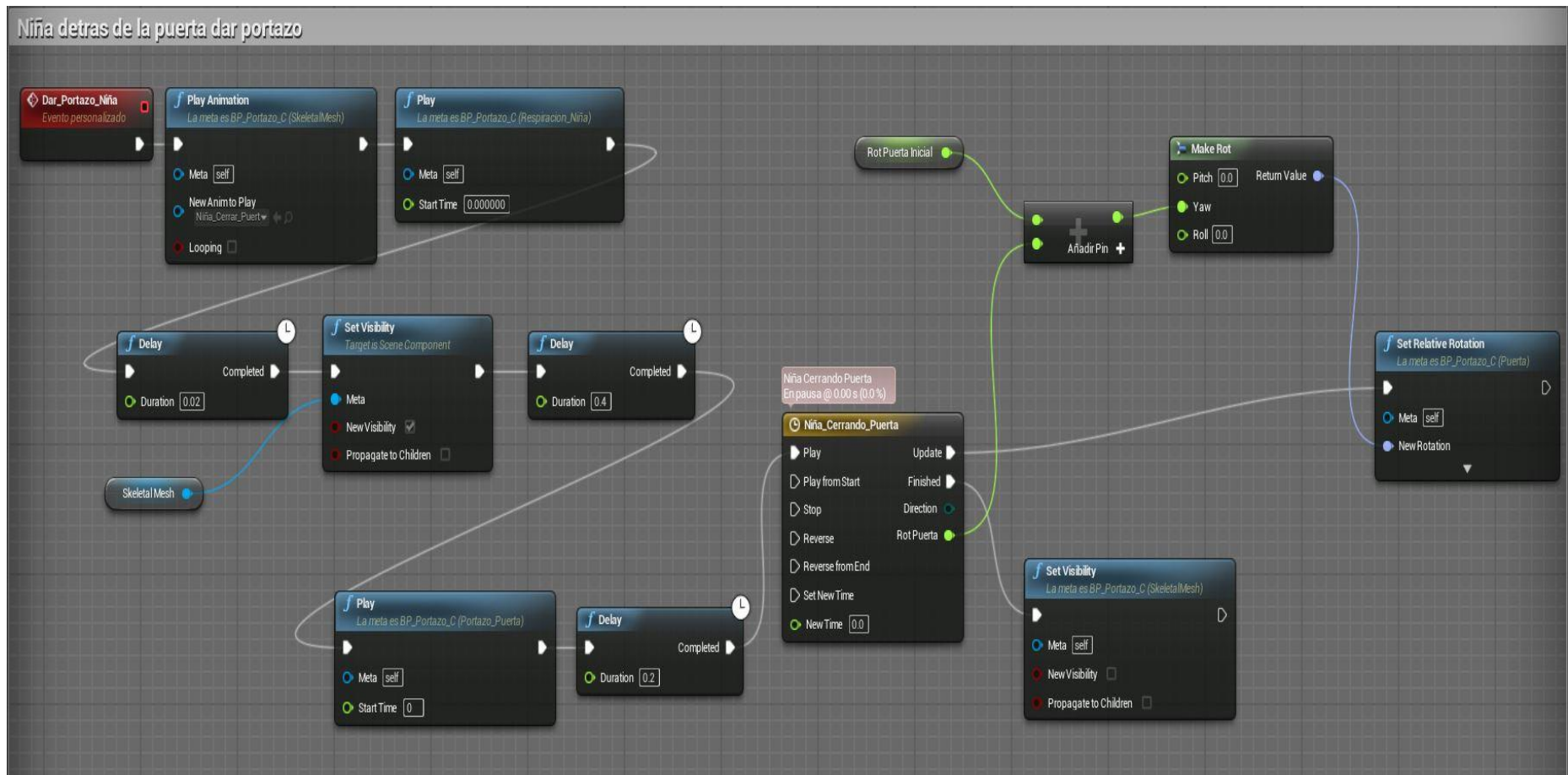


Figura 36 - Blueprint del susto del portazo de la niña

Transmisión de niveles

La función de transmisión de niveles permite cargar y descargar archivos de mapas en la memoria, así como alternar su visibilidad durante el juego. Esto hace que sea posible tener mundos enteros en trozos más pequeños para que sólo las partes relevantes del mundo estén adquiriendo los recursos.

Si se hace correctamente, esto permite la creación de grandes niveles, que pueden hacer que el jugador se sienta como si estuviera jugando en un mundo persistente.

La separación se hace mediante los "level streaming volume", que son cajas invisibles por lo que al pasar el jugador o cualquier otro actor indicado, carga o descarga un nivel mediante blueprints. Dichos volúmenes deben estar siempre en el "persistent level".

Para poder usar dichos volúmenes primero debemos separar el mapa en niveles. Para ello vamos a la pestaña "Levels", Figura 37, del menú desplegable "Window".



Figura 37 – Vista del menú niveles

En dicha pestaña creamos los niveles nuevos seleccionando los elementos necesarios en la pestaña "World Outliner".

Una vez creados los niveles con sus recursos, debemos asociar los volúmenes a los niveles deseados, para ello pulsamos el botón con la lupa de la pestaña "Levels" de la imagen de la Figura 38.

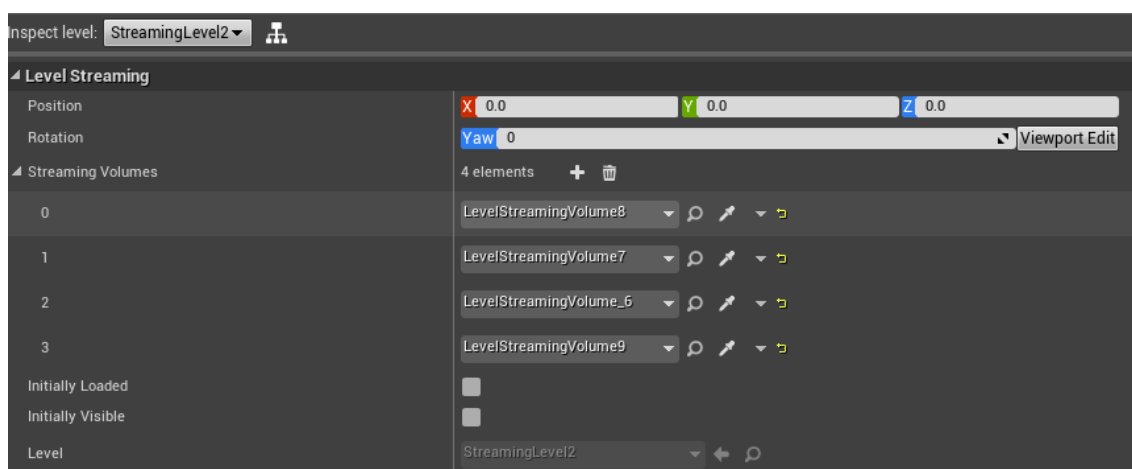


Figura 38 – Vista donde añadimos un volumen a cada nivel

Luego en el Blueprint de cada subnivel podemos llamar a la carga y descarga de niveles.

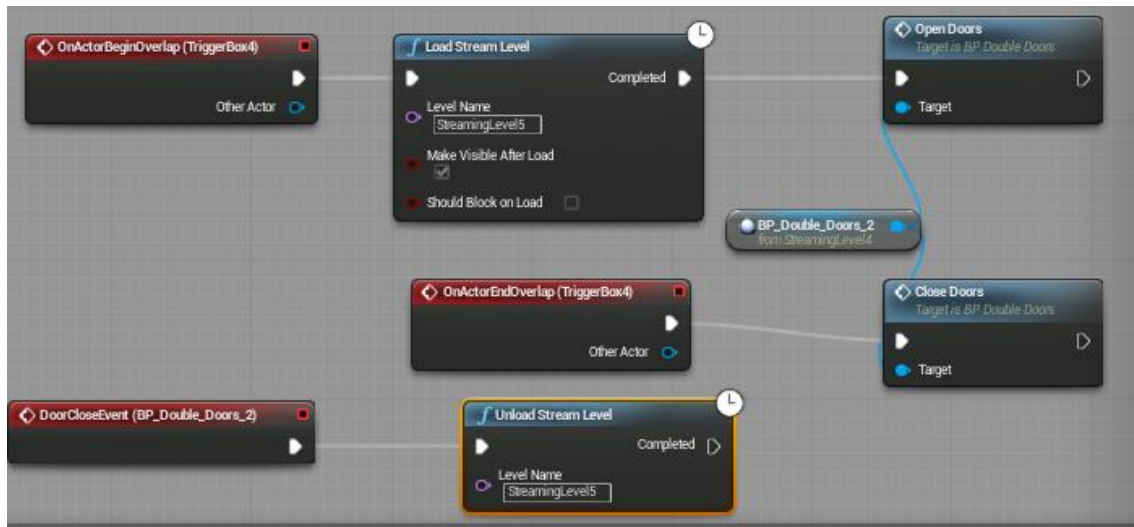


Figura 39 – Carga y descarga de niveles mediante blueprint

Blueprint del reloj

Un reloj de salón con un péndulo en movimiento y un sonido incorporado. A medida que el jugador se acerca al reloj, la progresión del sonido aumenta.

En la imagen de la Figura 40, mediante un timeline movemos las agujas y el péndulo del reloj.

Sección 5.3.5. Blueprints para hacer efectos especiales

Llamas

Las llamas están compuestas por dos imágenes con una rotación de izquierda a derecha a través de la posición del mundo. La llama oscila gracias a la refracción y opacidad dada por la imagen gris.

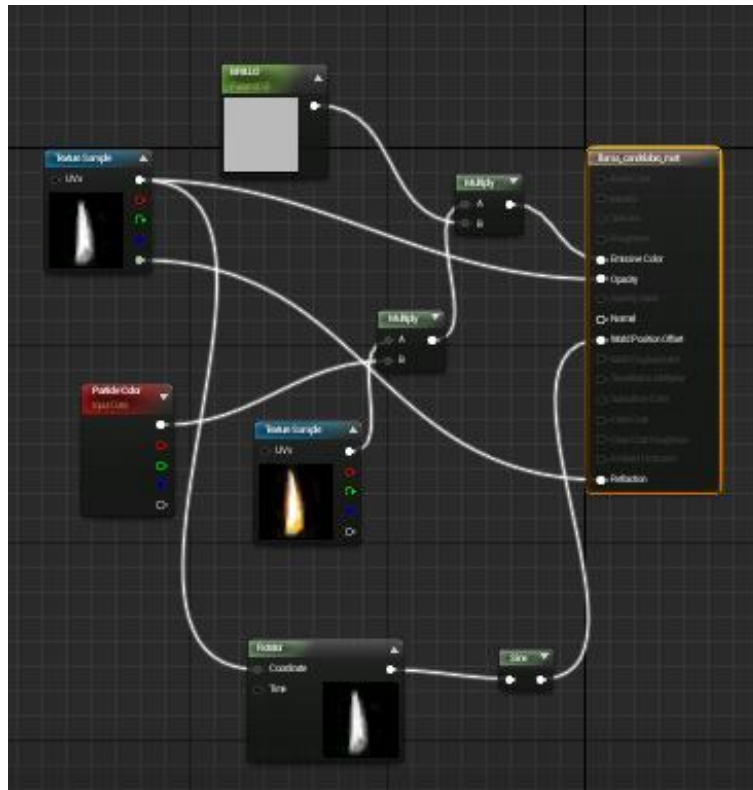


Figura 41 – Material aplicado a la llama



Figura 42 – Creación del FX donde calculamos la luz, el tiempo de vida y su tamaño

Agua

Se crearon distintos FX de agua, desde una simple gota hasta lluvia. Aquí expondremos dos ejemplos.

- **Gota de agua**

El material usado para el agua es translucido, donde obtenemos su color y opacidad a través de la textura.

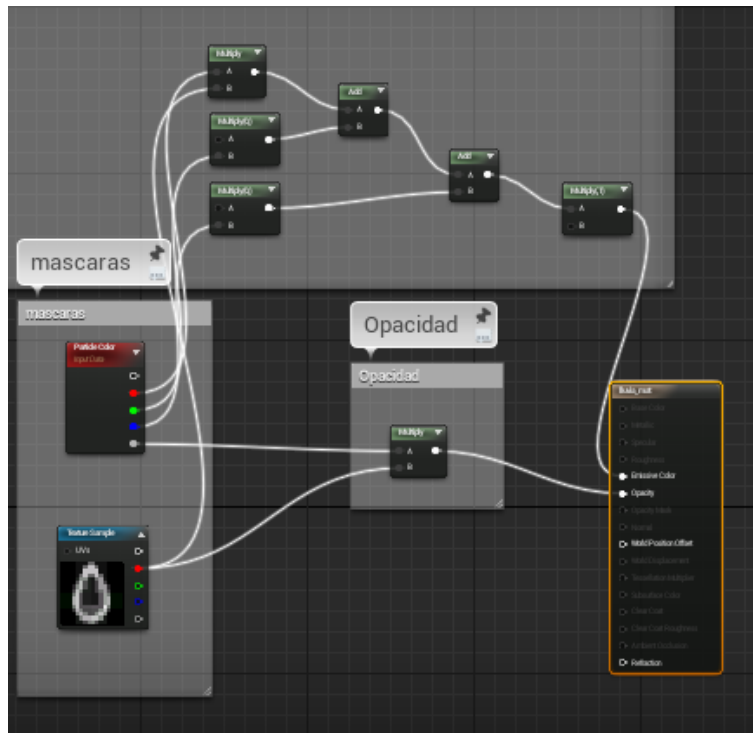


Figura 43 – Material de la gota de agua

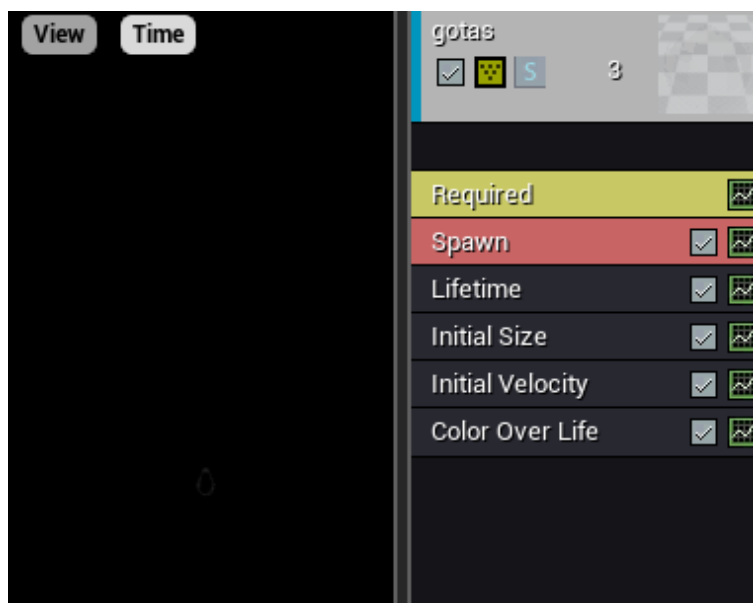


Figura 44 – FX de la gota de agua

- **Superficie del agua**

El agua está compuesta por dos secciones, el normal map y la opacidad.

El normal map tiene una imagen que se dibuja dos veces superponiéndose dando lugar a la rugosidad y movimiento del agua

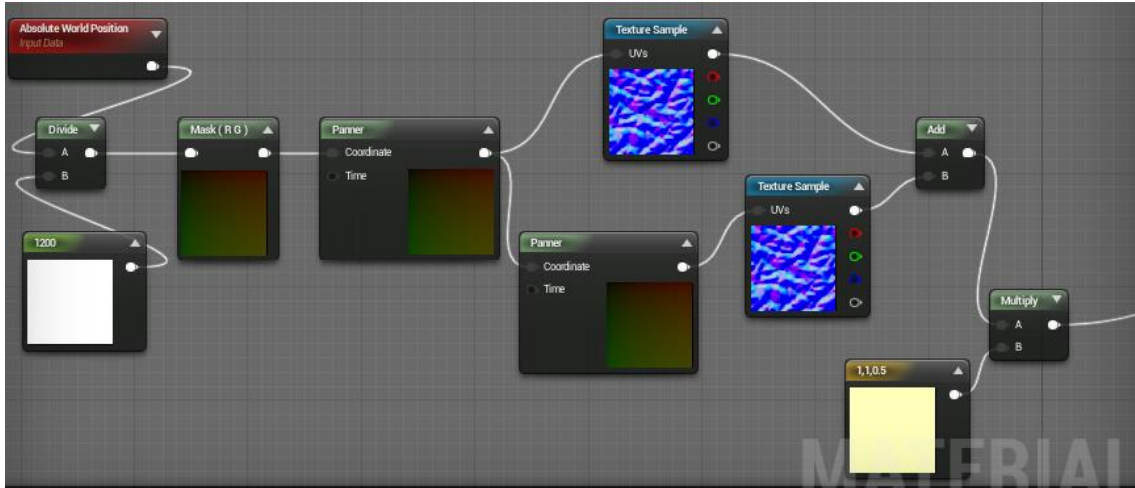


Figura 45 – Material con la parte de la normal

La opacidad se calcula mediante la cámara.

Decals

Los decals son texturas que se proyectan en las paredes. Su uso por ejemplo son manchas de sangre, suciedad, texto en paredes...

Son materiales al uso lo único que cambia es el dominio del m

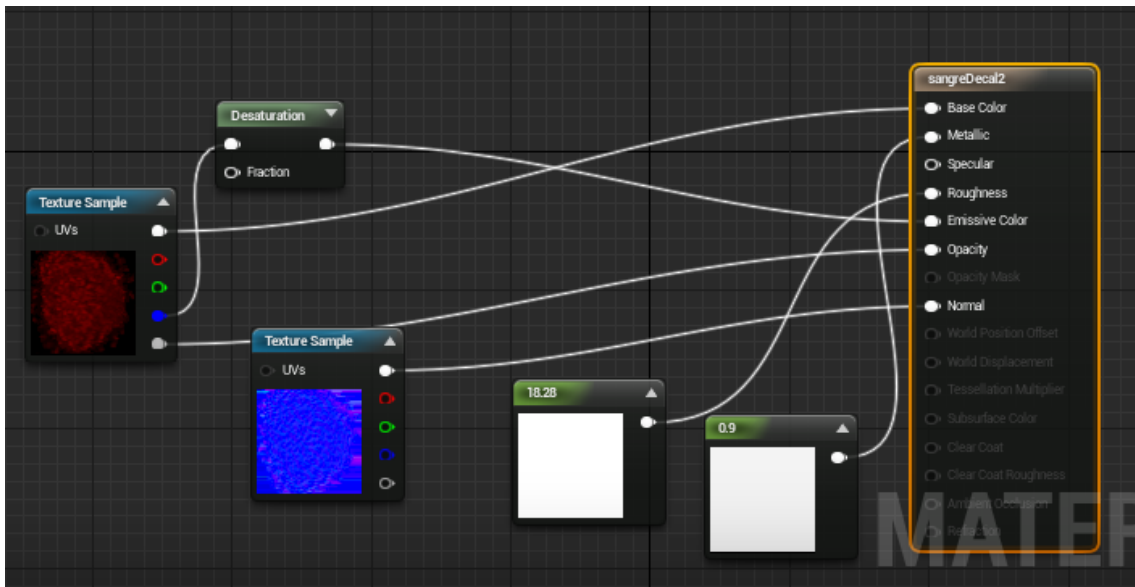


Figura 46 – Ejemplo de decal de sangre

Sección 5.4. Inteligencia artificial

La utilización de una inteligencia artificial en los juegos es una cuestión básica y fundamental en su desarrollo. Ésta, será la encargada de interactuar con el usuario a lo largo del juego, facilitando, informando o dificultando el progreso del usuario. El ejemplo más sencillo es la introducción en el proyecto de un personaje no jugador (PNJ) que deberá mantener un comportamiento específico ante la presencia del usuario.

Para regular las actuaciones de nuestro PNJ frente al usuario, y desarrollar la inteligencia artificial, el motor gráfico Unreal Engine 4 nos facilita mediante el uso del sistema blueprint la implementación de árboles de comportamiento delimitando la actuación de nuestra IA por mallas de navegación.

Sección 5.4.1. Árboles de comportamiento para nuestro personaje

A la hora de desarrollar la inteligencia artificial de nuestro personaje no jugador, la hija del científico, Unreal Engine 4 nos ofrece la posibilidad de utilizar árboles de comportamiento para implementarla de una manera sencilla mediante el uso de Blueprints.

Sección 5.4.2. Desarrollo del árbol

En Unreal Engine 4 necesitamos definir 3 elementos fundamentales para este cometido, la malla de navegación, el controlador de IA, y el personaje.

La malla de navegación es un volumen que actúa como indicador de las zonas delimitadas a la actuación de la IA.

El controlador actuará como un enlace entre el personaje y el árbol de comportamiento.

El personaje, será el actor que actuará como un agente independiente realizando acciones en el juego conforme a lo establecido en el árbol.

La implementación que ha podido realizarse hasta la fecha es una muy básica donde nuestra inteligencia artificial es capaz de andar y correr por la zona establecida, así como huir del personaje cuando se encuentra en su zona de visión.

Sección 5.4.3. Futuras implementaciones

Debido a las limitaciones de tiempo a las que el equipo se ha visto sometido, así como determinadas complicaciones que han ido surgiendo a la hora de realizar el aprendizaje sobre el uso del motor gráfico y desarrollar el software, la inteligencia artificial se

encuentra en un punto básico de desarrollo donde realiza únicamente acciones básicas, hasta llegar al punto final donde habrá una carga de animación mostrando la parte final del juego.

El resto de acciones adicionales que se debían implementar se consideraron como adicionales y que no precisaban ser realizadas en esta primera versión. Como consecuencia de las anteriores decisiones, se precisó ampliar en las futuras versiones del software hasta llegar a construir el árbol completo que hará referencia a la trama del guión diseñado para el juego.

Sección 5.5. Integración de Oculus Rift en Unreal Engine

Debido al soporte brindado por Unreal Engine 4, podemos introducir el periférico Oculus Rift, de un modo nativo en el motor mediante una serie de plug-in básicos. Esto nos permite trabajar con el dispositivo de realidad virtual de un modo muy simple, dado que los controles que brinda el propio visor son soportados por el motor.

Sección 5.5.1. Modelo de interacción jugador - entorno

En el juego desarrollado, se presenta una interacción básica entre el usuario y el escenario que podrá recorrer. Durante su viaje, será capaz de desplazarse, interactuar con objetos y puertas para poder avanzar a lo largo del transcurso de la experiencia.

Sección 5.5.2. Controles básicos

Los controles que nos brinda Oculus Rift a la hora de interactuar con el juego son la recepción de los movimientos de tracción del punto de vista del jugador y su procesamiento para traducirlos al juego sin necesidad de mando, llegando a detectar cuando un usuario se encuentra de pie o sentado.

Cápitulo 6. Implementación, pruebas y resultados

En este capítulo explicamos las características concretas de lo que se ha implementado, el tipo de evaluación que se ha realizado [64], mediante pruebas con usuarios reales y se exponen los resultados obtenidos en dichas pruebas.

Sección 6.1. Plan de evaluación

Este trabajo fue propuesto originalmente para el desarrollo y familiarización en el campo de la realidad virtual.

A lo largo del desarrollo se encontró que existen efectos adversos en la experiencia de uso de un dispositivo de realidad virtual y a partir de entonces el objetivo fue conseguir identificar la causa a estos síntomas y, con el siguiente estudio que se elabora, descubrir si puede dar una solución a nivel de diseño e implementación de la aplicación, o si por el contrario el problema depende de la potencia del hardware utilizado.

En el presente estudio, se evalúa el modo de interacción del usuario con el entorno virtual que hemos desarrollado, se elaboran pruebas de rendimiento evaluando la experiencia del usuario, si sufre algún síntoma adverso y el nivel de inmersión con el que ha disfrutado la experiencia, así como una cierta evaluación cualitativa general.

De este modo quedan divididas las preguntas de investigación de este experimento en tres bloques temáticos (Inmersión, Síntomas y Opinión del juego), que el usuario debe responder en ese mismo orden. Esto permite evaluar la experiencia de modo que se mantengan en último lugar las preguntas más subjetivas, una vez se haya extraído la información más objetiva referente a fenómenos como la enfermedad del simulador.

De este modo así quedan estructuradas las preguntas a las que responde este estudio:

Bloque 1: Inmersión

- ¿Se sabe usar el visor de realidad virtual sin asistencia?
- ¿Se mide correctamente la distancia estando inmerso en el entorno virtual?
- ¿El participante imita gestualmente el movimiento simulado del personaje virtual? (gira la cabeza para esquivar el jarrón)
- ¿Se consiguió asustar al jugador? (la principal emoción que buscamos)
- ¿Equivale el entorno virtual a la imagen mental que el jugador tiene de un entorno real?
- ¿El sonido empleado hace más inmersiva y realista la experiencia?
- ¿Ayudó la calidad de implementación gráfica para hacer la experiencia más inmersiva?

Bloque 2: Síntomas

¿Qué porcentaje de individuos sintieron síntomas reales de la enfermedad del simulador posteriores a la experiencia?

¿Qué síntomas relativos a la enfermedad del simulador se han sufrido?

¿Cuánta diferencia hay entre el número de participantes masculinos que han experimentado síntomas frente a los femeninos?

¿Cuánto tiempo transcurre después de la experiencia hasta que desaparecen dichos síntomas?

Bloque 3: Opinión del juego

¿De qué trata la experiencia? ¿Cuál sería su sinopsis según el jugador?

¿Qué duración de juego sería la adecuada según los participantes?

¿Resulta realista el entorno virtual desarrollado?

Una segunda etapa proyectada para este experimento fue, recabados ya los datos de la primera ronda, aplicar cambios en el videojuego de realidad virtual para mejorar la experiencia y la interacción del usuario y lanzar una segunda ronda de evaluaciones.

Así contrastar cuál o cuáles de las características desarrolladas en nuestra aplicación de realidad virtual, fueron exitosas o por el contrario, descartables.

Sección 6.1.1. Requisitos para los participantes

No existe ninguna característica especial requerida para los participantes de este experimento. La principal distinción que se tendrá en cuenta a la hora de la evaluación, será la diferenciación entre sexos, ya que existen estudios que indican que las mujeres son más sensibles a sufrir efectos adversos en la realidad virtual.

También existirá una limitación a la edad de los sujetos, dada la temática violenta del videojuego y el nivel de inmersión puede llegar a perjudicar la experiencia de participantes menores de edad. Por ello sólo se han aceptado participantes mayores de 18 años.

Sección 6.1.2. Descripción del diseño experimental

Descripción del entorno y de las herramientas utilizadas. El entorno donde se llevan a cabo las pruebas para el estudio es una sala de la Facultad de Informática, en la que estarán presentes el moderador y el usuario (un único usuario por sesión de prueba, debido a que sólo disponemos de un equipo dotado de visor de realidad virtual). Las herramientas empleadas para realizar el experimento son un visor de realidad virtual Oculus Rift DK2, un PC con Sistema Operativo Windows 8.1, con procesador Intel Core i5 con una velocidad de 3,20 Ghz, 8GB de memoria RAM y una tarjeta gráfica AMD Radeon HD 770 con 2GB de memoria dedicada, donde estará instalado el entorno de ejecución de Oculus Rift en la versión 0.5.0.1 y nuestra aplicación. Una cámara digital graba la sesión, siempre y cuando el sujeto dé su consentimiento, capturando todos los movimientos y manifestaciones verbales y no verbales del usuario. El moderador a lo largo de la experiencia irá anotando sus consideraciones sobre la actitud del jugador, y las principales acciones que realice dentro del entorno virtual. La grabación del experimento sirve como “copia de seguridad” a la que remitirse posteriormente para profundizar en el análisis de los resultados.

Especificar tareas del moderador. La interacción del moderador con el sujeto de prueba se hará facilitando un ambiente relajado y distendido para que el sujeto disfrute de la sesión lo más relajado posible y sin distracciones para perturbar lo mínimo la inmersión en la experiencia.

La sesión comenzará explicando en qué consiste el experimento y los dispositivos que se usarán. Inicialmente no se explicará al usuario cómo colocarse el dispositivo, para someter este paso a prueba, pero si finalmente es necesario se procederá a ayudarlo a colocárselo.

Durante el periodo en que el sujeto de prueba experimente el videojuego en realidad virtual, el moderador no interviene de ningún modo, únicamente anota aspectos que no puedan ser fácilmente recogidos en la grabación.

Una vez el sujeto ha finalizado la experiencia se le hace entrega del formulario de preguntas que contestará para llevar a cabo la evaluación.

Sección 6.1.3. Identificar los datos que se van a recolectar

Los resultados que se van a obtener de este experimento se recolectarán y analizarán a través de un formulario entregado a los participantes una vez finalizada la sesión de prueba.

El test consta de cuestiones tanto cuantitativas como cualitativas.

Las preguntas cuantitativas se llevan a cabo con una escala de valores comprendidos entre 1 y 5 donde 1 equivaldrá a la valoración más negativa y 5 la valoración más positiva, siendo definida en cada pregunta de un modo acorde al contexto. Esta escala

fue elegida con un criterio totalmente arbitrario, pensando que nos ayudaría a delimitar las opiniones objetivas de los participantes, en un rango reducido pero sin llegar a perder calidad en sus valoraciones.

Las preguntas cualitativas serán espacios de redacción de texto libre que recogerán información más subjetiva pero más rica directamente del usuario.

Sección 6.1.4. Descripción de la metodología de análisis de datos

Los datos de la grabación serán revisados después de la evaluación contrastando, en los aspectos que sea posible, los resultados presentes en los formularios con las reacciones reales grabadas en video.

Una vez revisados los formularios de los participantes se elaborarán una serie de gráficas con resultados estadísticos obtenidos a partir de los datos cuantitativos y una discusión acerca de las opiniones subjetivas recabadas. La finalidad es obtener resultados que permitan responder a las preguntas científicas formuladas al iniciar este experimento.

Sección 6.2. Preparación de los materiales para la evaluación

Previa a la etapa de evaluación con los usuarios se elaboraron dos elementos indispensables para esta:

- **Cuestionario de evaluación:** Este documento, responsabilidad del equipo de investigación, fue el resultado de la etapa de estudio. Recaba todos los aspectos que se desean exponer para la obtención de resultados relevantes a la experiencia de uso de la realidad virtual y también para la evaluación del proceso de desarrollo del videojuego con el fin de desarrollar mejoras en versiones posteriores.
- **Versión estable del videojuego:** Este elemento, responsabilidad del equipo de desarrollo, aúna el trabajo de todo el equipo de desarrollo a lo largo de la elaboración del presente trabajo. Tomando forma en un proceso en espiral, donde por en cada iteración del videojuego se elaboraban mejoras constantes. El proceso de evaluación con participantes externos al trabajo, se realizó con la versión 1.3 del ejecutable de nuestro videojuego.

Sección 6.3. Desarrollo de las sesiones de evaluación

El desarrollo de las sesiones de evaluación se llevó a cabo con el material que queda especificado en puntos anteriores y a lo largo de varias sesiones. Una sesión matinal supervisada por el moderador Miguel Andrés y una sesión vespertina supervisada por los moderadores David Martín y Yusef Abubakra.

Las sesiones se llevaron a cabo como se ha mencionado anteriormente: en una sala en silencio para evitar perturbar la experiencia y donde se encontraban el moderador y el participante únicamente.

Al comienzo de la sesión el moderador elaboraba un breve presentación de los elementos de la prueba y a partir de ahí adoptaba una actitud pasiva en la que será fundamental dejar al participante con libertad para experimentar sin sugestión o guías por parte del moderador.

Sección 6.4. Análisis de datos y observaciones

Las pruebas se realizaron con un total de 16 participantes y se analizan realizando el sesgo entre hombre y mujer en preguntas donde toma relevancia esta diferencia como es en el bloque relativo a la enfermedad del simulador.

A continuación se prestan los resultados y el análisis de la prueba a partir de los datos obtenidos por el formulario que se entregó posterior a la prueba. El análisis se realiza pregunta a pregunta respetando la división en tres bloques del cuestionario.

Bloque 1: Inmersión

1. *¿Has notado complicado y aparatoso el uso del dispositivo?*

	SI	NO	NS/NC
	1	15	0
TOTAL:	16		

Tabla 7 – Primera pregunta del Bloque 1º

2. *¿Has jugado al juego portando debajo del visor tus propias gafas?*

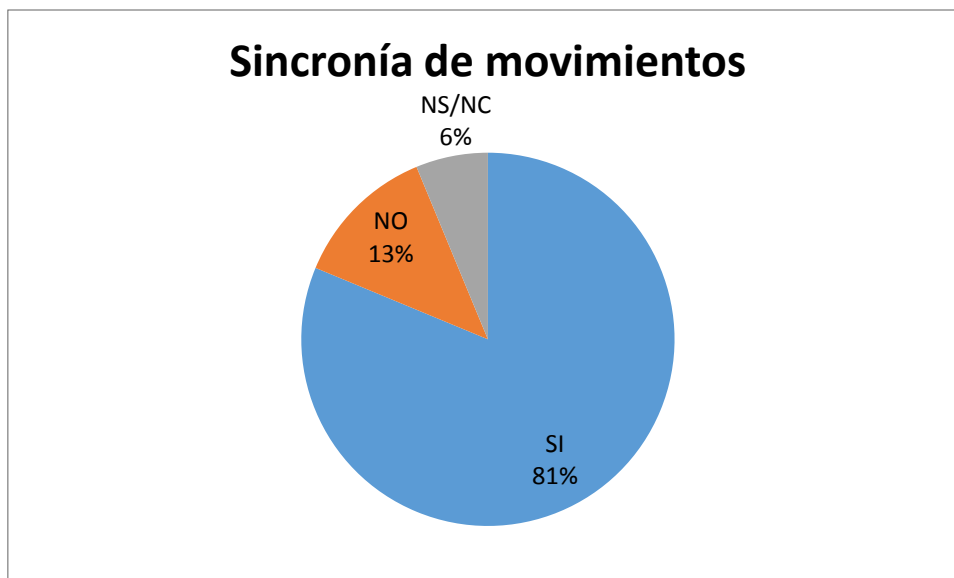
	SI	NO	NS/NC
	1	15	0
TOTAL:	16		

Tabla 8 – Segunda pregunta del Bloque 1º

3. *¿Has notado sincronizados tus movimientos con los del personaje del juego?*

	SI	NO	NS/NC
	13	2	1
TOTAL:	16		

Tabla 9 – Tercera pregunta del Bloque 1º



Gráfica 1 - Sincronía de movimientos

4. *¿Cómo de realista parecía el espacio simulado? Valóralo del 1 al 5. Siendo 1 poco realista y 5 muy realista.*

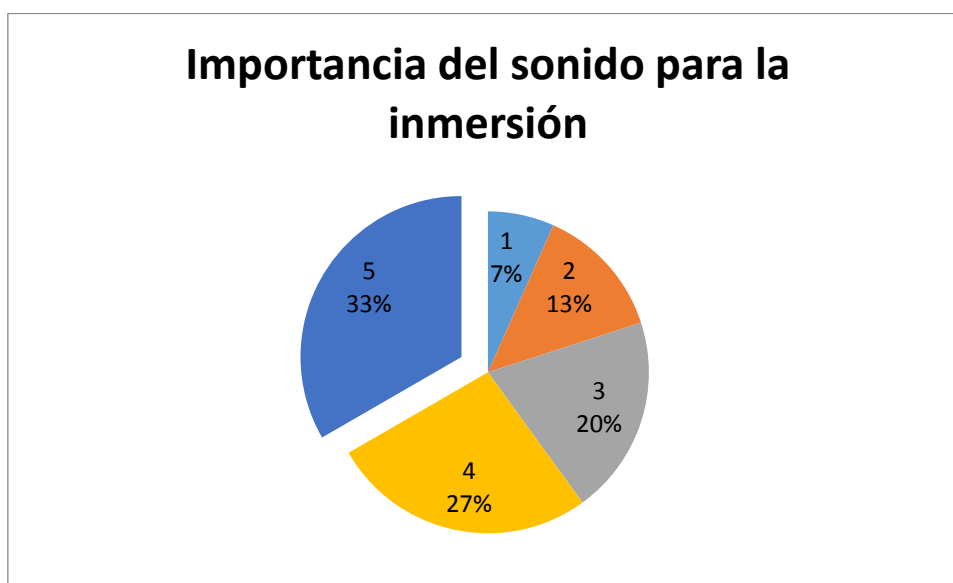
1	0
2	1
3	6
4	9
5	0
Media:	3,5

Tabla 10 – Cuarta pregunta del Bloque 1º

5. *¿Qué grado de importancia en la inmersión crees que merece el sonido del juego?*

1	0
2	3
3	1
4	4
5	8
Media:	4,06

Tabla 11 – Quinta pregunta del Bloque 1º



Gráfica 2 - Importancia del sonido para la inmersión

En este punto varios participantes insistieron en la necesidad de añadir más sonidos para mejorar la inmersión, coinciden en que sin el sonido no sería posible la inmersión. Como se aprecia en la gráfica 2, más del 50% de los participantes votaron o 4 o 5, que equivaldría a 4 importante y 5 muy importante. Hace falta un hilo musical que ayudase a la ambientación del videojuego. Estas mejoras están contempladas en nuestra planificación para futuras versiones. El sonido del videojuego fue un aspecto que no dio tiempo a terminar en el ejecutable usado para realizar los experimentos.

6. *¿La iluminación te parecía suficiente o había espacios que has podido explorar?*

Esta pregunta tiene una respuesta cualitativa, a continuación elaboramos un resumen generalizando las respuestas encontradas. La iluminación en la mayoría de los casos la encontraron suficiente, aunque quizá demasiada en algunos puntos y poca en otros llegando incluso a negro absoluto. Pero en general buena iluminación para la inmersión. Para futuras versiones conviene mejorar en el contraste entre luz y oscuridad y evitar brillos excesivos.

Bloque 2: Síntomas

En este bloque se elabora el sesgo entre sexos debido al valor que añade a la investigación, ya que en estudios previos en esta materia se encontró que las mujeres son más propensas a sufrir de síntomas adversos posterior a la realidad virtual.

1. ¿Te has mareado?

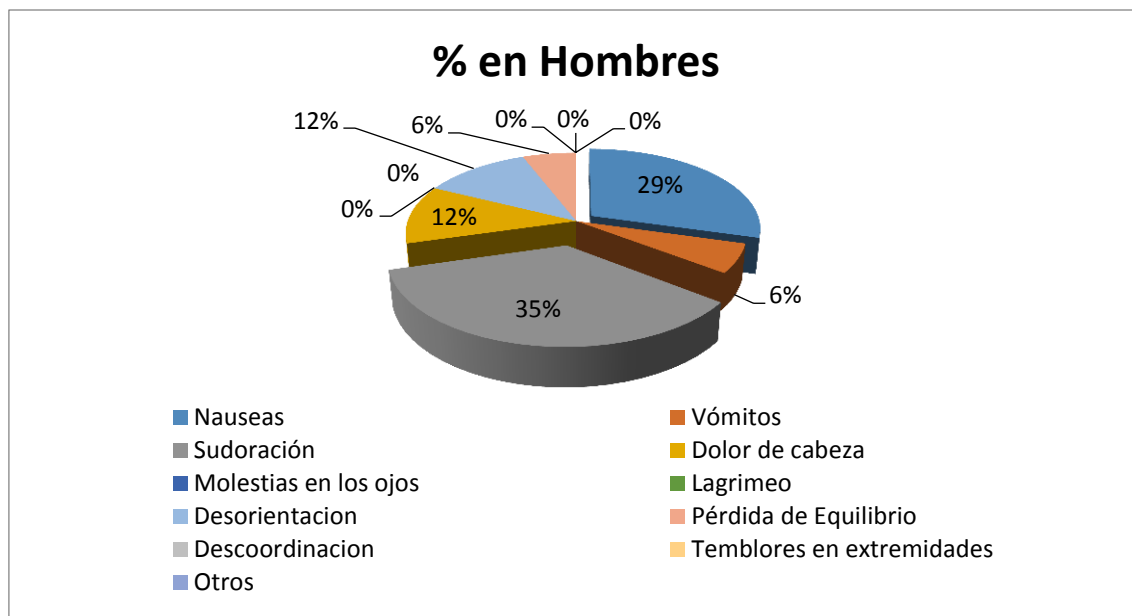
	H			M		
	SI	NO	NS/NC	SI	NO	NS/NC
	6	6	0	4	0	0
TOTAL:	12			4		

Tabla 12 –Primera pregunta del Bloque 2°

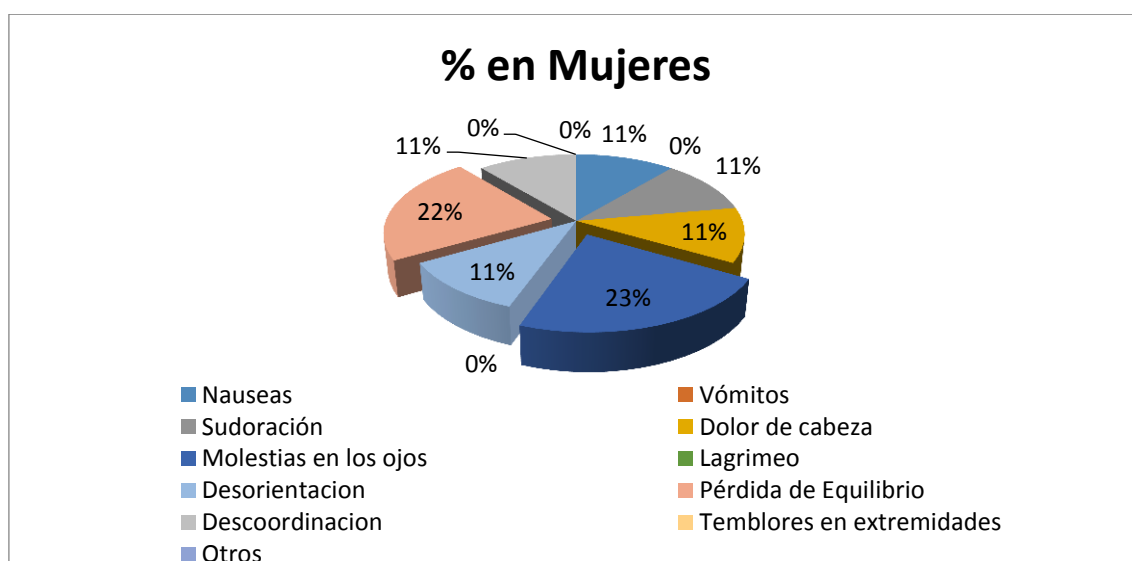
2. De la siguiente lista de síntomas marca los que hayas sufrido:

	H	M	%H	%M
Nauseas	5	1	29,41	11,11
Vómitos	1	0	5,88	0
Sudoración	6	1	35,29	11,11
Dolor de cabeza	2	1	11,76	11,11
Molestias en los ojos	0	2	0	22,22
Lagrimero	0	0	0	0
Desorientación	2	1	11,76	11,11
Pérdida de Equilibrio	1	2	5,88	22,22
Descoordinación	0	1	0	11,11
Temblores en extremidades	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0

Tabla 13 – Segunda pregunta del Bloque 2°



Gráfica 3 – Porcentaje de síntomas en hombres



Gráfica 4 – Porcentaje de síntomas en mujeres

3. ¿Te has sentido cómodo con la iluminación que tiene el juego? (Intensidad)

	H			M		
	SI	NO	NS/NC	SI	NO	NS/NC
	8	3	1	4	0	0
TOTAL:	12			4		

Tabla 14 – Tercera pregunta del Bloque 2º

4. ¿Volverías a jugar a este juego aun habiendo padecido alguno de los síntomas anteriores?

	H			M		
	SI	NO	NS/NC	SI	NO	NS/NC
	10	1	1	4	0	0
TOTAL:	12			4		

Tabla 15 – Cuarta pregunta del Bloque 2º



Gráfica 5 - Porcentaje de jugadores que repetirían la experiencia

Bloque 3: Opinión del juego

1. Valora la narración del juego del 1 al 5. Siendo 1 no se entiende la historia y 5 queda clara la historia completa.

1	0
2	6
3	9
4	1
5	0
Media:	2,69

Tabla 16 – Primera pregunta del Bloque 3º

2. Valora la duración del juego del 1 al 5. Siendo 1 demasiado corto y 5 demasiado largo.

1	2
2	2
3	10
4	2
5	0
Media:	2,75

Tabla 17 – Segunda pregunta del Bloque 3º

3. ¿Te han parecido realistas los gráficos del juego?

	SI	NO	NS/NC
	12	2	2
TOTAL:	16		

Tabla 18 – Tercera pregunta del Bloque 3º

4. Valora el sonido del juego del 1 al 5. Siendo 1 pésimo y 5 excelente.

1	0
2	1
3	5
4	6
5	4
Media:	3,81

Tabla 19 – Cuarta pregunta del Bloque 3º

5. ¿Qué aspectos crees que mejorarían la inmersión?

En esta pregunta se han acumulado una buena cantidad de sugerencias, la mayoría de ellas respectivas a aspectos del juego que ya estaban contemplados en la planificación del desarrollo del juego, como la inclusión de sonidos en momentos determinantes para aumentar el clímax o un elemento narrativo que ayudase a guiar al jugador durante el juego y ayudase a descubrir la historia que se quería contar.

En la planificación del desarrollo este aspecto narrativo se planteaba solucionar a través de notas localizadas a lo largo de la casa o que en la radio sonase un reporte del noticiero explicando hechos respecto a esa casa y la familia que la habita. Una gran sugerencia que se tendrá en cuenta para futuras versiones fue la de añadir una “voz en off”.

Otra sugerencia ofrecida para mejorar la inmersión fue incluir un cuerpo visible al personaje jugable, este factor no se ha tenido en cuenta ya que en la forma física del personaje reside un aspecto determinante a descubrir en el final del videojuego.

También hubo sugerencias con aspectos gráficos como el refinamiento de texturas en algunos puntos y colisiones como es en el caso en que la cámara del jugador podía atravesar paredes.

Y sobre todo, se recomiendan hacer mejoras con las Oculus, por ejemplo la animación final pierde la orientación respecto a la referencia de la cámara de Oculus, hay puntos en los que la sincronización entre el movimiento de la cámara del jugador y las Oculus pierde referencia. Y muchos participantes aquejaban que el movimiento de la cámara distorsionaba la imagen. Esto se debe a fallos en la optimización del rendimiento.

Una sugerencia generalizada fue también alargar el tiempo de juego y del espacio explorable añadiendo más acciones jugables.

6. *Valora la calidad de los sustos en el juego del 1 al 5. Siendo 1 no creíbles y 5 muy creíbles*

1	1
2	3
3	8
4	2
5	2
Media:	3,06

Tabla 20 – Sexta pregunta del Bloque 3º

7. *Del 1 al 5, ¿qué nota le pondrías al juego?*

1	0
2	1
3	6
4	8
5	1
Media:	3,56

Tabla 21 – Séptima pregunta del Bloque 3º

8. ¿Has notado alguna sensación durante el movimiento en el giro de la cabeza (retardo)?

	SI	NO	NS/NC
	7	9	0
TOTAL:	16		

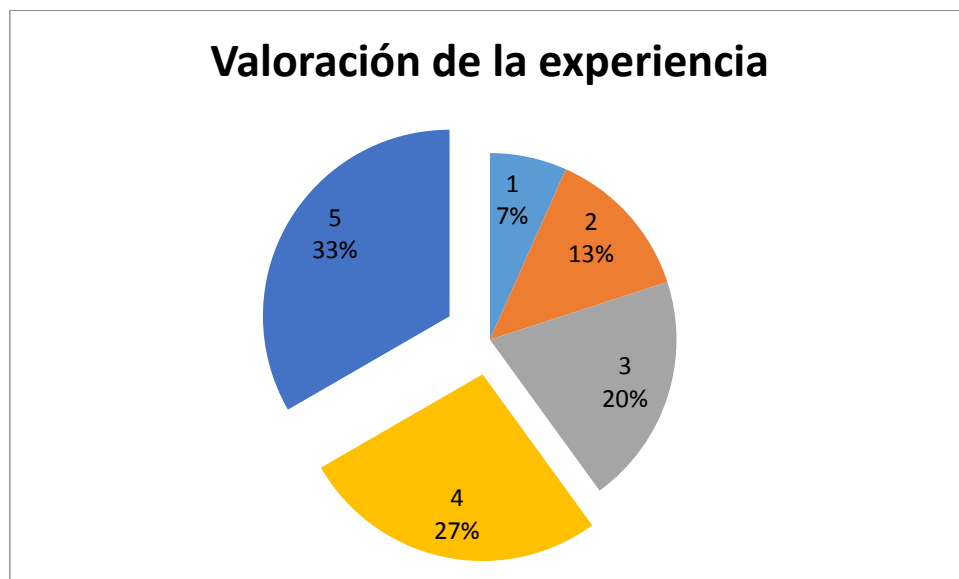
Tabla 22 – Octava pregunta del Bloque 3º

Valoración final

1. Del 0 al 5 cómo valorarías la experiencia

1	0
2	0
3	3
4	9
5	3
Media:	4

Tabla 23 – Primera Pregunta del Bloque Final



Gráfica 6 - Valoración de la experiencia

2. ¿Qué aspectos consideras que deberíamos valorar para mejorar la experiencia de juego?

En general las sugerencias obtenidas para la mejora del videojuego quedan muy relacionadas a las mejoras para la inmersión comentadas previamente.

Es esencial que se mejore el aspecto sonoro, la duración, añadir elementos narrativos y más interacción con el escenario de juego así como ampliarlo. En esencia esto se resume en añadir intensidad y profundidad a la experiencia de juego.

Aunque como tarea primordial sigue estando la corrección de errores de rendimiento y de colisión, para poder hablar de una beta más estable y cercana al producto final que deseamos publicar.

Sección 6.5. Discusión y resultado de las pruebas

Las pruebas concluyeron que hay que mejorar el videojuego en aspectos como:

- La jugabilidad, añadiendo elementos narrativos y mayor espacio de escenario con más objetos con los que poder interactuar.
- La inmersión, mejorando el aspecto sonoro que queda demostrado que es un elemento muy determinante a la hora de facilitar la inmersión en realidad virtual.
- El rendimiento en cuanto a optimización del número de imágenes por segundo para evitar retardos y distorsión de imagen al realizar los giros de la cabeza. Este es un aspecto fundamental que ya contemplábamos debido que es una de las recomendaciones para desarrolladores de Oculus Rift es mantener un ritmo estable de 75 imágenes por segundo (FPS). Debido a falta de tiempo en optimización nuestra media de fotogramas por segundo durante las pruebas se encontraba en un rango entre los 30 FPS y 50 FPS. Al respecto de esto, comprobamos que el ordenador en el que se reproduce el videojuego y la velocidad de procesamiento de su tarjeta gráfica influye mucho en el rendimiento final.

Un dato también interesante es el gran descenso en el número de fotogramas por segundo que sufre nuestra aplicación cuando se ejecuta dentro de las Oculus Rift en vez de en la pantalla del escritorio. El número de FPS se ve reducido en hasta dos tercios. Seguramente esto es debido al procesamiento de imagen para producir la estereoscopia (que dobla las necesidades gráficas) y a la transferencia de estas imágenes al hardware del visor.

En resumen concluimos que el desarrollo se encontraba aún en un momento temprano y con muchos puntos de la planificación aun por implementar por lo que las pruebas resultaron prematuras. Sin embargo en general y pese a ser una versión beta todavía inmadura, los participantes valoraron muy positivamente la experiencia de juego llegando a obtener una nota media de 3.56 sobre 5.

Los resultados del bloque 2, respectivo a los síntomas de la enfermedad del simulador, merecen una mención aparte, ya que no son tan responsables del desarrollo del videojuego sino más bien con el propio hardware del visor y en qué estado se encuentra esta tecnología.

Se han obtenido datos favorables y que hacen indicar que este dispositivo le queda poco camino para conseguir evitar estos temidos síntomas relativos a la experimentación de la realidad virtual, seguramente debido a que el DK2 se trata de una versión en

desarrollo y que dichos problemas quedarán solventados en la versión de consumidor que próximamente será puesta en venta.

En nuestras pruebas, con una media de tiempo de experimentación de entre 5 y 10 minutos, los participantes sí que sufrieron algunos síntomas adversos, unos en mayor grado que otro. Nuestro estudio también determina que entre la población femenina se sufre algún síntoma en el 100% de los casos y en el dela población masculina baja a un rango del 50% de los casos.

Un dato interesante obtenido es la diferencia entre los síntomas sufridos por el sector femenino frente al masculino. En el femenino el síntoma más sufrido fue el malestar ocular y el segundo la desorientación. En cambio en el masculino el síntoma más sufrido fue la sudoración y en segundo lugar las náuseas.

Un dato muy relevante descubierto en este estudio, fue que la mayoría de los participantes que revelaron no sufrir síntomas eran muy aficionados a los videojuegos y por ello ya acostumbrados a este tipo de experiencias con simulaciones en primera persona y en entornos virtuales. Con ello se podría concluir que gracias a un uso más frecuente y acostumbrando del organismo a este tipo de experiencias se podrían minimizar e incluso llegar a eliminar cualquier síntoma relacionado al mal del simulador.

Estos datos se tendrán en cuenta para futuras versiones del desarrollo, implementando mejoras dirigidas a disminuir estos síntomas.

Cápítulo 7. Conclusiones

Una vez terminado el desarrollo del proyecto y tras analizar los datos obtenidos por el trabajo de campo se puede extraer información útil para valorar de un modo objetivo el trabajo.

En primer lugar, se ha obtenido un alpha técnica básica de una experiencia inmersiva que puede ser probada por cualquier persona en posesión de un visor de realidad virtual Oculus Rift. Además de esto, esta misma alpha puede ser utilizada de modo independiente al periférico como si se tratase de un juego normal.

Esta versión de la experiencia, se ha visto demorada por la complejidad que abarca el proyecto y donde uno de los principales escollos ha sido el aprendizaje de un motor completamente nuevo desde cero. A esta dificultad, podemos añadirle el trabajo con el visor de realidad virtual, dado que la optimización del producto para que rinda a los fotogramas por segundo suficientes para conseguir una buena experiencia inmersiva no fue trivial, y supuso un hándicap para alcanzar los hitos marcados a lo largo del proceso de desarrollo del software planificado.

A pesar de ello, se ha obtenido una experiencia inmersiva breve que nos permite conocer las posibilidades que se pueden explotar con este tipo de dispositivos, teniendo presente que la realidad virtual es una tecnología aún muy novedosa y con mucho espectro de mejora de cara a una última versión comercial. Como por ejemplo la integración de las manos dentro del entorno virtual, a través de mandos especiales, para una mayor interacción e inmersión.

También como conclusión podríamos precisar que la elección de un motor con mayor difusión como es Unity habría sido más adecuado. Esto podría haber hecho mucho más simple el desarrollo de este software en un nivel de calidad muy similar al obtenido, y con menos costes de aprendizaje que con Unreal Engine 4, pues al ser un motor muy potente para el desarrollo de juegos, de cara al rendimiento llegó a perjudicar para alcanzar un nivel de calidad tan alto. Un ejemplo de que Unity está mejor optimizado para Oculus es el hecho de que ya poseía una integración con el visor previa al plug-in para realidad virtual que se creó para el motor gráfico de Epic Games.

Sin embargo el uso de Unreal y el nuevo concepto de programación visual a través de los Blueprints, es un valor añadido a nuestro proyecto, ya que es una tecnología muy reciente y que nos permitió implementarla y aprenderla.

Respecto al proceso de investigación como ya queda indicado en el capítulo 6, pudimos concluir que en el grado de sensación inmersiva el sonido juega un papel fundamental llegando a ser un gran aspecto a cuidar en el desarrollo para aumentar los niveles de inmersión. De nuestra investigación también se puede apreciar que el mal conocido como enfermedad del simulador que tanto perjudicó el sector de la realidad virtual desde sus comienzos, está más presente en el género femenino pero que se encuentra cerca de ser solventado gracias a los avances en el hardware de los nuevos visores y la capacidad computacional de los nuevos ordenadores personales.

También descubrimos que los individuos más aficionados a los videojuegos no llegaron a sufrir síntomas o lo hicieron en un grado mucho menor a los menos acostumbrados, por lo que concluimos que este mal se puede evitar entrenando el organismo en este tipo de estímulos recibidos por los videojuegos y la realidad virtual.

Dentro de los objetivos iniciales de este proyecto estaba el discernir si existe la posibilidad de minimizar los síntomas del Simulator Sickness a través de métodos en el desarrollo software y no quedar únicamente supeditado a la mejora de capacidades hardware. Efectivamente quedó demostrado que siguiendo las buenas prácticas de desarrollo que facilita Oculus VR se pueden conseguir mejores resultados tanto para minimizar los temidos síntomas como para mejorar en aspectos de rendimiento.

Para finalizar, y debido a los datos aportados por este trabajo, podríamos concluir diciendo que puede ser usado como una referencia para futuros documentos y proyectos que tengan como objetivos iniciarse y ahondar en el mundo de la realidad virtual y las repercusiones que puede tener para los usuarios, así como marcar unas trazas básicas para diseñar productos orientados al mundo virtual, un sector que se presenta muy demandado de cara a los próximos años, dado el gran auge que se vive con los nuevos visores que próximamente lanzarán las grandes compañías.

Aportaciones de los integrantes

Yusef Abubakra Abubakra

La elaboración de este trabajo corre a cargo de un grupo con un total de 5 integrantes, dividiendo el equipo en dos subgrupos, uno centrado en el desarrollo en Unreal y el otro centrado en la investigación y elaboración de todo el proceso de documentación. Pese a esta organización mi motivación fue siempre mantener un trabajo que integrase ambas ramas del proyecto, intentando aunar y aprovechar las cualidades que brindaban ambos procesos.

Mi principal cometido en este proyecto fue la supervisión del equipo de investigación en particular y junto a Miguel Andrés, coordinador del subgrupo de desarrollo, de la supervisión del trabajo en general, procurando mantener entre los dos, ambos flujos de trabajo parejos. Realizando reuniones de organización y gestión del trabajo para planificar un desarrollo correcto.

Respecto al desarrollo software me mantuve activo y al día, descargando del repositorio los avances en el videojuego para ayudar elaborando valoraciones críticas. Llegando a participar en algunos momentos de mucho trabajo, en el desarrollo de texturas y edición de blueprints en las etapas tempranas del proceso, como la implantación de los primeros mapas de la casa aunque esos diseños fueron posteriormente descartados.

Fui el encargado de la elaboración y dirección de las pruebas con participantes externos al proyecto. Elaborando junto a David Martín el formulario y las sesiones de las pruebas donde actuamos como moderadores y grabamos el proceso de evaluación. Mi tarea posteriormente fue el estudio y el análisis de los resultados de dichas pruebas y elaborar una conclusión fundamentada en las pruebas para poder ofrecer al subgrupo de desarrollo posibles mejoras a aplicar en futuras versiones del software.

Respectivo a la memoria, mi trabajo se engloba en casi todo el documento, supervisando la aportación de mis compañeros y en particular elaborando por mí cuenta el capítulo 2 excluyendo los apartados de los entornos de desarrollo y juegos de referencia, el capítulo 5 íntegro y junto a Miguel la introducción y la conclusión. La implantación del diseño de la memoria también fue intervención mía, así como el diseño de la estructura de la memoria y el índice, el índice de figuras, el índice de tablas y gráficas. También es responsabilidad mía la traducción al inglés del capítulo de conclusiones. La revisión final con las correcciones de estilo y diseño corrieron a mi cargo también, trabajando en mis compañeros en paralelo para enviarme las aportaciones a su cargo que eran necesarias añadir.

Mis horas de trabajo en el proceso de investigación se centraba en el estudio de todo lo relativo a la enfermedad del simulador o Simulator Sickness así como también todo el estado del arte en que se encuentra el mercado de los visores de realidad virtual.

Como parte de mi trabajo de investigación tuve que revisar documentación oficial de Oculus Rift y transmitir a mis compañeros aspectos ahí contemplados para las buenas prácticas y recomendaciones en el desarrollo de entornos virtuales.

Parte de mi trabajo como coordinador del grupo de investigación fue mantener organizado la lista de tareas en la aplicación web Trello, usada para la gestión y comunicación de tareas planificadas. Así como la planificación de reuniones del grupo que coordinaba previamente con Miguel.

Al tratarse de un modelo de trabajo descentralizado controlado la comunicación con el coordinador del grupo de desarrollo y nuestro director del Trabajo de Fin de Grado tuvo que ser continua y en paralelo, para mantener los flujos de trabajo constantes.

Finalmente, quiero mencionar el trabajo elaborado en general por el grupo de individuos que integramos este proyecto y la que fue mi intención continua de mantener un ambiente de trabajo agradable y de compromiso colectivo, con sesiones de trabajo conjunta y reuniones con videoconferencias a través de Skype.

Miguel Andrés Herrero

Ante todo y previamente a mis aportaciones, quiero manifestar el gran trabajo que ha llevado a cabo el equipo tanto en la rama de desarrollo como en la de investigación a lo largo del año para poder sacar el proyecto adelante. Debo destacar también la labor del equipo de investigación que ha sabido asesorar en la rama de desarrollo sobre la buena praxis a la hora de hacer una experiencia de realidad virtual. También debo hacer mención a la labor docente de nuestro profesor director, el cual ha sabido guiarnos por un camino adecuado, y templar nervios cuando estos surgían.

En primer lugar, he colaborado en el proyecto desde su concepción, al hablar con nuestro director para proponerle este tema de trabajo y entre ambos llegar a una idea muy aproximada a la definitiva de lo que finalmente ha conformado el grueso de este Trabajo de Fin de Grado.

Durante este tiempo, he actuado como jefe del equipo de desarrollo y creado un repositorio en BitBucket donde he estado trabajando con Javier Fernández y Alejandro Zabala en el mismo, distribuyendo y encomendando tareas a los distintos miembros de mi rama, los cuales han sabido llevarlas a cabo y aproximándose a la idea de lo que se quería. Al coordinar esta rama, he tenido que llevar también un seguimiento de la rama de investigación y realizar reuniones periódicas con su coordinador para evaluar los distintos avances que ambos campos iban teniendo, evaluar retrasos, medir tiempos, y definir próximas tareas a llevar a cabo conforme a los datos que teníamos y los que nos brindaba el equipo de investigación.

A la hora de coordinar este trabajo entre ambas ramas del proyecto, fui el responsable de plantear al jefe de investigación que llevásemos a cabo una estructura de equipo siguiendo un sistema descentralizado controlado, la cual se ha mantenido hasta el último día de desarrollo del proyecto.

Asimismo, actué como interlocutor con colaboradores externos como los hermanos Juan y José Chavarría, a la hora de ver qué podíamos demandar de ellos en el apartado gráfico, o con el artista de sonido Manuel Garrido, para acordar las necesidades musicales que la producción demandaba.

Dentro del desarrollo del software, he desempeñado un rol de diseñador ideando los distintos niveles planteados por donde debía navegar el jugador, además de llevar a cabo la concepción de un guión y diseño de eventos que sucederían en el juego, algunos contemplados en esta primera versión, y otros que deberían ser añadidos en futuras implementaciones.

Además, me he encargado de la elaboración de la planta Sótano del escenario de juego que se describiré en el capítulo 5 de la memoria, así como la producción de los Blueprints específicos para esta planta, y la incorporación de sonidos y música a esta misma planta.

Como coordinador de desarrollo, se me encargó la recopilación de los tiempos empleados por los miembros del equipo, así como su seguimiento y documentación de cara a que estos fuesen incorporados a la memoria del Proyecto Fin de Grado.

Durante la fase final del proyecto, mi labor se ha visto focalizada en concentrar toda la documentación del equipo de desarrollo, para su posterior incorporación en la redacción de la memoria, la traducción de la introducción al inglés, y en la realización de la fase de pruebas junto al equipo de investigación.

Durante la realización de las pruebas me encargue de la entrevista con las personas candidatas a probar el software, actuar de moderador, y recoger los cuestionarios que debían rellenar para su posterior interpretación por los compañeros de investigación, viendo entre todos que preguntas resultarían interesantes para la rama de desarrollo.

A lo largo de este periodo, también me he encargado en colaboración con Javier Fernández de la elaboración del capítulo 4 de la memoria, la cual corresponde exclusivamente al equipo de desarrollo. Además de mi aportación en este capítulo, he redactado el resumen y abstract de la memoria, y la Introducción, capítulo 3 y conclusiones en colaboración con Yusef Abubakra, y aportado documentación que fue utilizada como referencia para la realización de las pruebas del producto en usuarios, y finalizado la maquetación y revisiones de la memoria junto a Yusef y David.

Finalmente, durante todo el año también me he encargado de la redacción del Documento de Diseño de Juego y del documento de Guión y ambientación de forma exclusiva, y de los documentos de Diseño de Sustos y de Desarrollo argumental en colaboración con el artista de sonido Manuel Garrido, realizando varias reuniones a través de la plataforma Skype para coordinarnos y una vez se iban elaborando contenidos o surgiendo dudas encargarle pistas de sonido que el equipo de desarrollo iba demandando.

Javier Fernández Villanueva

En primer lugar, participé en la idea de la creación del proyecto. Dando pequeñas ideas y conceptos que podrían desarrollarse en el juego, habiendo participado en la mayoría de reuniones, excepto en algunas por causas personales como el trabajo. Una vez ya planificado el concepto, storyboard y diseño del mapa de juego inicialmente, ya que este cambiaría a través de los meses, me encargué de montar inicialmente el juego, ya que el equipo se dividió en dos (diseño y desarrollo).

La primera tarea que realicé fue crear un directorio RCS (Revision Control System) con TortoiseHG configurando el archivo de subida de datos (.hgignore) montarlo en la ruta creada por Miguel en Bitbucket. Una vez terminado, cree un archivo PDF junto con Alejandro que explica cómo utilizar y montar directorios.

A la vez que creaba el directorio, me dediqué a investigar el estado del arte y el funcionamiento e integración del casco de realidad virtual con el motor gráfico Unreal, permitiendo obtener una idea personal sobre los referentes a la hora de diseñar el proyecto y el funcionamiento de este. Para ello vi una plantilla de un videojuego de guerra para la configuración de Oculus Rift, implementando varios métodos y cambiando las necesidades de dicha plantilla a nuestro proyecto, por ejemplo para ello eliminé el uso de la mira o el adapte de la cámara al jugador.

Cuando acabé la adaptación, me dediqué a modificar el jugador, adaptando el movimiento de las gafas con la cabeza, el movimiento del jugador con el teclado y ratón (incorporando los movimientos de correr, saltar y fps) y por último adaptando el mando de Xbox 360 con los sticks de movimiento.

Después me dediqué a la investigación de los materiales y decals (proyecciones), usando el editor de materiales y leyendo libros sobre el lenguaje de programación usado para ellos (HLSL, CG). Creando con ello mis primeras texturas aplicadas al juego, que son la sangre del sótano y las primeras pruebas con materiales líquidos, como el agua.

Para la creación de telas, use en mi investigación herramientas como Physx Clothing de NVIDIA y 3DS Max. Una vez que lo probé, tuve que descartarlo su uso en Unreal por el excesivo uso de los fotogramas y la inviabilidad de esto con las gafas (sensación de mareo).

Además he realizado el menú del juego, al principio creando un menú clásico con la opción de iniciar y salir del juego, mediante el uso del ratón. Como se usó la tecnología experimental de Unreal llamada UMG, la cual no fue posible adaptarla al casco de realidad virtual. Como solución idee un menú desplegable en pantalla con las opciones de salir del juego y varias opciones de configuración gráficas para el juego.

Poco a poco dicho sistema fue evolucionando gracias a los aportes dados por las páginas del motor gráfico y videos de introducción, generando una experiencia de menú comfortable.

Dentro de este sistema, elaboré la creación de la planta superior del mapa y ayudé en el sótano y en la planta inferior, creando materiales o adaptando el salón a una

configuración más óptima de tamaño. Investigué la optimización del mapa, mediante el uso de level streaming volume, el cual permite la carga y descarga dinámica de niveles o un blueprint que cargaba manualmente un nivel.

Una vez aprendí de materiales, decidí usar mi experiencia para crear efectos especiales (FX), creando para ello sistemas de lluvias, llamas y gotas de agua. Debido al coste de diseño y consumo de recursos, sólo se dejó las gotas de agua. En las ventanas adapte un material dinámico de gotas de agua, lo cual daba la sensación.

Creé los blueprints de la radio y la animación final del jugador, pero por un problema de la cámara no se pudo adaptar al juego.

Por último realicé búsquedas de sonido e implemente varios de ellos en el juego, como por ejemplo al abrir o cerrar puertas el audio fuera aleatorio.

David Martín Sanz

Antes de pasar a un plano personal me gustaría hacer hincapié en el reconocimiento a cada uno de mis compañeros, que han puesto todo su cariño, esfuerzo y facultades en la realización de este proyecto a lo largo de todo un año. Gracias por hacer de este proyecto un reto ameno que superar juntos. También y sin lugar a dudas, no puede quedar sin mencionar la figura de nuestro director, sin el cual este gran proyecto hubiese sido difícil de afrontar. Gracias por estar ahí siempre que nos salíamos del camino, y gracias por crear en todos nosotros esa ilusión que nos ha hecho superarnos día a día y nos ha animado en los momentos difíciles.

En el conjunto del proyecto, cabe destacar la gran coordinación mantenida entre las dos ramas del proyecto (Rama de Diseño y Desarrollo y Rama de Investigación y pruebas) y como estas se han ido enlazando, apoyándose en los recursos que una y otra se ofrecían mutuamente.

Pasando a un primer plano, he participado en este proyecto, integrado en la rama de investigación y pruebas. Dentro de esta rama, y junto a Yusef Abubakra, he colaborado en la investigación, elaboración y documentación de la memoria, examinado todo el material disponible hoy en día sobre temas relevantes como la realidad virtual, su historia, avances más punteros, entornos de desarrollo, motores de juegos, destacando de entre ellos Unreal Engine, como también documentación oficial de todos aquellos temas relevantes para el correcto desarrollo del proyecto y en especial para la memoria que completa el TFG.

He realizado una investigación de mercado y evaluación del estado del arte para encontrar los juegos de referencia en los que motivar nuestro proyecto.

También me he centrado en otros temas como son los posibles síntomas y efectos adversos que pueden aparecer y que medimos en la parte de pruebas del proyecto.

He revisado los apartados más centrados en la rama de desarrollo, filtrando partes de interés común en documentación oficial, blogs y foros sobre los temas más destacados.

Otra parte de mi investigación ha estado centrada en la búsqueda de aspectos concretos a mejorar en el desarrollo del juego, como ergonomía, fluidez y minimización de efectos adversos para el jugador, todo esto enfocado en la mejora para futuras versiones del juego.

He colaborado con Yusef en la elaboración y redacción del formulario y protocolo de pruebas, que hemos llevado a cabo junto a Miguel con la última versión del juego sobre un grupo de probadores de juegos.

He colaborado en la introducción del planificador de tareas web Trello en el proyecto, así como en la recolección de ideas y la organización y planificación de tareas mediante la redacción de actas en las reuniones presenciales.

También he aportado todo el material de carácter relevante encontrado, poniéndolo a disposición del resto de integrantes en el espacio de trabajo común Google Drive.

He documentado la bibliografía usada para el desarrollo de la memoria, usando el protocolo de referenciación IEEE.

Todo este rastreo y filtrado de información ha concluido con un gran aprendizaje e inmersión en la materia.

Alejandro Zabala Hidalgo

Desde un primer momento al ser un equipo de cinco personas, nos dividimos en dos equipos uno encargado principalmente de la investigación y documentación y otro equipo más centrado en el desarrollo de la experiencia. Yo, como miembro del equipo de desarrollo he colaborado principalmente a todo lo relacionado con Unreal.

La casa en la que iba a suceder toda la experiencia en un principio iba a ser de tres plantas (sótano, planta baja y planta primera), yo me he encargado principalmente de todo lo relacionado con la planta baja: Construcción de la estructura a partir de BSP, que son fácilmente manejables para obtener un resultado óptimo, y posteriormente transformados a StaticMesh para mejorar el rendimiento y alcanzar el mayor número de FPS posible.

He mantenido constante comunicación con el equipo de grafistas, pidiendo contenido según iba siendo necesario, además de buscar material gratuito que proporciona Unreal (texturas, materiales, objetos, animaciones...) para desarrollar los Blueprints que iban a “dar vida” al escenario: movimiento de las puertas, reloj, personaje de la niña tirándonos objetos, corriendo, escondiéndose, etc. Para la elaboración de algunos de estos Blueprints consulte con uno de los programadores más experimentados en Unreal en España Víctor Blanco.

Para la edición de sonidos he utilizado el programa gratuito “Audacity”, los sonidos gratuitos que podía llegar a encontrar no encajaban con el escenario por lo que había retocarlos tanto en este programa como dentro de Unreal para obtener el mejor resultado posible, he colaborado en el sonido de las puertas, pisadas, objetos lanzados, sonido ambiente...

Me he encargado de descubrir cómo funcionaba la iluminación (una de las partes más problemáticas del proyecto por la diferencia de brillo entre las versión del software para el visor de Oculus y la versión ejecutable desde el PC) en Unreal para comunicárselo al equipo y que me ayuden a crear una ambientación propia de una experiencia de Realidad Virtual en Oculus Rift, propiedades como los dos canales de UVs (uno para el material y otro para luces) o la resolución de los objetos.

Por último he descubierto la forma de trabajar en paralelo con Unreal y el gestor de repositorios Tortoise con el uso de niveles. Al separar el escenario en niveles cada integrante del equipo puede hacer cambios cada uno en su nivel respectivamente sin que luego haya problemas de compatibilidad de trabajo conocido como mezcla (*Merge* en inglés), otra ventaja de trabajar de esta manera es que al tener sólo porciones del nivel cargadas el compilado es mucho más rápido, imprescindible para depurar la iluminación, por ejemplo.

En las últimas etapas del desarrollo tome más presencia y responsabilidad en la producción del software. Liberado del trabajo de redacción, mi misión era conseguir una versión estable para que el equipo de investigación consiguiese elaborar las pruebas con individuos ajenos al proyecto y así poder obtener resultados relativos a su investigación.

Durante este periodo final se acometieron muchos cambios bajo mi dirección respecto a la planificación final dado que prioricé la obtención de una experiencia jugable en realidad virtual que estaba siendo complicada de obtener dado los altos esfuerzos que suponía la recreación de los grandes espacios diseñados para el entorno virtual en un principio.

Referencias

- [1] «Official website of invader,» [En línea].
Available: <http://www.space-invaders.com/home/>.
- [2] «Official website Pong. Many free versions of the game.,» [En línea].
Available: <http://www.ponggame.org/>.
- [3] «Página web oficial Super Mario,» [En línea].
Available: <https://www.nintendo.es/games/oms/mario30/index.html>.
- [4] k. & T. k. Pimentel, irtual reality, Nueva York: McGraw Hill, 1993.
- [5] «Epic Games,» [En línea].
Available: <http://epicgames.com>.
- [6] «Oculus Share,» [En línea].
Available: <https://share.oculus.com/>.
- [7] «Steam store,» [En línea].
Available: <http://store.steampowered.com/>.
- [8] «A virtual Reality horror experience. Affected,» [En línea].
Available: <http://www.fallenplanetstudios.com/affected-2/>.
- [9] «Wareables y Smartwatch Gear by Samsung,» [En línea].
Available: <http://www.samsung.com/es/consumer/mobile> .
- [10] «Google Cardboard,» [En línea]. Available:
<https://www.google.com/get/cardboard/>.
- [11] «Oculus Share "Ocean Rift",» [En línea]. Available:
<https://share.oculus.com/app/ocean-rift>.
- [12] «Official website of Oculus VR,» [En línea].
Available: <https://www.oculus.com/en-us/>.

[13] «Proyecto Sony Morpheus,» [En línea].

Available: <https://www.playstation.com/es-es/explore/ps4/features/project-morpheus/>.

[14] «Game developers conference,» [En línea].

Available: <http://www.gdconf.com/>.

[15] «Página web oficial crytek,» [En línea].

Available: <http://www.crytek.com/>.

[16] «Software de diseño 3D,» [En línea].

Available: <http://www.autodesk.es/>.

[17] «Motor de videojuegos Unity,» [En línea].

Available: <https://unity3d.com/es>.

[18] «Juego de realidad virtual Eve Valkyrie,» [En línea].

Available: <https://www.evevalkyrie.com/>.

[19] «Dispositivo HTC Vive,» [En línea].

Available: <http://www.htcvr.com/es>.

[20] «Móvil world Congress,» [En línea].

Available: <http://www.mobileworldcongress.com/>.

[21] «Demo técnica de Epic Games,» [En línea].

Available: <https://www.unrealengine.com/blog/oculus-connect-unreal-engine-epic-highlights>.

[22] «Dispositivo Fove,» [En línea].

Available: <http://www.getfove.com/>.

[23] «Consumer Electronics Show. Official website,» [En línea].

Available: <http://www.cesweb.org/>.

[24] «Portal de financiación de proyectos Kickstarter,» [En línea].

Available: <https://www.kickstarter.com/>.

- [25] «Especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones,» [En línea].
Available: <https://www.opengl.org/>.
- [26] «Especificación estándar que está siendo desarrollada actualmente para mostrar gráficos en 3D en navegadores web,» [En línea].
Available: <https://get.webgl.org/>.
- [27] «Experimentos web de Chrome VR,» [En línea].
Available: <https://vr.chromeexperiments.com/>.
- [28] «Institute for Creative Technology Universidad del sur de California,» [En línea].
Available: <http://ict.usc.edu/>.
- [29] "Palmer, «Oculus "Rift" : An open-source HMD for Kickstarter,» 21 Agosto 2009.
[En línea].
Available: <http://www.mtbs3d.com/phpBB/viewtopic.php?f=120&t=14777>.
- [30] «Página web oficial del juego Doom,» [En línea].
Available: <http://doom.com/es-es/>.
- [31] «Página web oficial del juego Quake,» [En línea].
Available: <http://www.quakelive.com/#!/home>.
- [32] «Estudio de innovación tecnológica en diseño de videojuegos,» [En línea].
Available: <http://www.idsoftware.com/es-es/>.
- [33] «Página web oficial de Oculus DK1,» [En línea].
Available: <https://www1.oculus.com/order/dk1/>.
- [34] «Página web oficial de Oculus DK2,» [En línea].
Available: <https://www.oculus.com/ja/dk2/>.
- [35] «Página de Oculus en Kickstarter,» [En línea].
Available: <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>.
- [36] «Página de Oculus DK2 en Kickstarter,» [En línea].
Available: <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into->

the-game/posts/782301 .

[37] «Página web oficial del dispositivo Virtuix Omni,» [En línea].

Available: <http://www.virtuix.com/>.

[38] «Página web oficial de Leap Motion,» [En línea].

Available: <https://www.leapmotion.com/>.

[39] Walker, A. D., The role of head movements in simulator sickness generated by a virtual environment, Clemson, Carolina del Sur: Clemson University, 2008.

[40] Kolasinski, E., Simulator Sickness in Virtual Environments, Virginia: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, 1995.

[41] Rhoades, R. & Bell, D. Fisiología médica: Fundamentos de medicina clínica, Wolters Kluwer Lippincott W & W, 2014.

[42] Guerrero Cuevas, B. & Valero Aguayo, L., Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego, Málaga: Universidad de Málaga, 2013.

[43] Dr Fernandez Orduña, L. «Vértigos y trastornos del equilibrio,» *Manual de Otorrinolaringología* , vol. I Tomo V, 2010.

[44] «Recomendaciones de salud y seguridad Oculus,» [En línea].

Available: <https://www1.oculus.com/warnings/>.

[45] «Argonaut Software,» [En línea].

Available: <http://www.argonautsoftware.com/>.

[46] «Criterion Software,» [En línea].

Available: <http://www.criterion-software.com/v>.

[47] «Reality Lab,» [En línea].

Available: <http://www.realitylab.at/>.

[48] «Sierra Productora de videojuegos,» [En línea].

Available: <http://www.sierra.com/es>.

[49] « LucasArts. Nueva Web,» [En línea].

Available: <http://www.starwars.com/games-apps>.

[50] «Humongous Entertainment,» [En línea].

Available: <http://humongous.com/>.

[51] Vallejo Fernandez, D. & Martín Angelina, C. Desarrollo de videojuegos: Arquitectura del motor del videojuego, Ciudad Real: Bubok, 2012.

[52] «Página web oficial de Unity,» [En línea].

Available: <https://unity3d.com/es>.

[53] «Página web oficial Cryengine,» [En línea].

Available: <http://cryengine.com>.

[54] «Página web oficial de Unreal Engine,» [En línea].

Available: <https://www.unrealengine.com>.

[55] «Página web oficial de Epic Games,» [En línea].

Available: <http://epicgames.com>.

[56] «Página web oficial del Juego Unreal Tournament,» [En línea].

Available: <https://www.unrealtournament.com/>.

[57] Busby, J. & Parrish, Z. & Wilson, J., Mastering Unreal technology, Indianapolis, Indiana: Sams Publ, 2010.

[58] «Página web de archivo de la empresa Ageia,» [En línea].

Available: <http://web.archive.org/web/20080509085940/http://www.ageia.com/>.

[59] «Página web oficial actual de la serie de juegos Silent Hill,» [En línea].

Available: <https://www.konami.com/silenthill/>.

[60] «Página web oficial del juego-demo Affected,» [En línea].

Available: <http://www.fallenplanetstudios.com/affected-2/>.

[61] «Página web oficial de la herramienta whatsapp,» [En línea].

Available: <https://web.whatsapp.com/>.

[62] «Página web oficial de Google Drive,» [En línea].

Available: <https://www.google.com/intl/es/drive/>.

[63] «Página web oficial del planificador Trello,» [En línea].

Available: <https://trello.com/>.

[64] Moreno Ger, P. & Jimenez Diaz, G. & Sanchez. Ruiz-Granados, A., «Desarrollo de Sistemas Interactivos,» *Técnicas para la evaluación de la usabilidad y aceptabilidad de las distintas tecnologías*, Madrid, Universidad complutense de Madrid - Facultad de Informática, 2014/2015, p. Tema 5.

Anexo 1. Introduction (in English)

The videogame industry takes to be an area of continue expansion since it is inception.

Around 1960 first computer games come up, and in only 60 years, it's almost unbelievable the evolution that this market has being, and with the technological advancement reflected in powerful computers we handle today.

Starting with computer console, they have been succeeded different generations of videogames. It was all initiated by arcades in 70s, around which arose the famous figure of arcades (now extinct), and classic games that remains today (Space Invaders [1], Pong [2], Super Mario [3]).

Later, there appeared those which were called 8 bits generation and 16 bits generation. While the first represented a market consolidation and development of the first large companies, the second mark a before and after the incorporation of 3D games development.

With the actual generation, the graphic development in videogames is in its tallest point, using unthinkable resolutions and remarkable performance. Despite this, the videogame industry is now facing one of it is biggest challenges ever: making the user experience as vivid as real life.

Due to that, and seeing the technological development experienced in the last decade, the market is now open to a possibility forgotten in years, the Virtual Reality.

The beginning of what we now as Virtual Reality was in the 50's and 60's, when Morton Heilig developed a machine called "Sensorama [4]" to create an immersive experience for users, and Ivan Shuterland creates the "Sword of Damocles".

Even though both devices were innovative, they couldn't succeeded due to big ambitions and lack of technological advancements.

It was in 90's when the interest in this sector returned, and the first HMD (Head Mounted Display) appeared, devices which was placed on the user's head, searching an immersive experience in the world they saw through it screens.

In the last years, advances in Virtual Reality tries to better the immersive experience of the user in order to have a perfect interaction with the virtual environment. These advances go from development devices like gloves that can track the movement, walking platforms and other devices, created for giving to users a real experience in game. These last advances are visible in devices like Oculus Rift, project Morpheus, hand sensor Leap Motion, or Virtuix Omni platform.

All of these advances in devices have been reflected and backed up by advances in software technologies, like virtual reality plug-ins in the most popular development environments, some of them giving for free their technology, like Epic Games [5] has done with the graphic engine Unreal Engine 4 in 2015, due to the developer's

motivation in creating virtual environments. This step supposes a big help from independent developers to create their games and virtual experiences with no great costs compared to those produced in AAA videogames developed by big enterprises.

Due to that, the market of videogames gains more features through a crowd of titles, enriching by this way the sector.

Actually the virtual reality market is standing by new devices released for most knower companies in the industry, most of them announced for the next year. Limited at the moment for developers and geeks that for example with Oculus Rift participated in a born and rise process moved by crowd funding.

The videogames epistle and graphic demonstrations which can be found now, is broader and increasingly. Finding free options, like Oculus Share [6], or payment options like Steam platform [7]. Also it's possible to find virtual reality adaptations for videogames that were previously released. Some of these titles, like Affected [8], which were developed in Unity for Oculus Rift, have obtained a nice success, or the virtual reality version for Doom 3 with which John Carmack released the Oculus first prototype.

Along the last months in 2015, virtual reality has also had a great incursion in Smartphone world, where it was developed software interface for virtual reality to Android and also devices like Samsung Gear VR [9] y Google Cardboard [10].

The adoption by videogames and art to virtual reality has no type of limitation, opening a new world of possibilities. It gives the player the chance to experiment new sensations that previously were limited by the screen. With virtual reality this screen grows to involve the player in all angles.

The recreation of natural environments as Ocean Rift [11] or places and landscapes of the planet as the demo of Tuscany in Oculus Rift can be exploited in the advertising sector and tourism. Also the possibility of developing more socio-cultural demos to develop therapies with immersion getting more empathy for the underprivileged.

A special mention should be made to the horror videogames where the gameplay has grown allowing elaborate visual responses depending on where the player is watching and immersive experience has allowed increase feelings and scares, the player experience increasing terror of an exponential manner. Not forgetting the factor of 3D surround sound without which of course would be diminished any kind of immersion in this field. Precisely this is the style that is sought in this project, as it is with more aesthetic care that greater emotional response with immersion in the virtual environment is achieved. Aiming to evaluate the level of immersion capturing sensations experienced by gaming sessions and also improve as much as possible user interaction in virtual reality, adding interactive menus that allow developing aesthetic changes to suit the player.

This project also will discuss one of the drawbacks that still accompany the Virtual Reality from the beginning. Handicap known as Simulator Sickness, resulting in some people very even symptoms to those caused by dizziness or lightheadedness, such as: cold sweats, malaise, nausea, vomiting...

Still continue to study the possible reasons for this discomfort, which usually appears, depending on the sensitivity of each individual, more or less rapidly after large virtual reality sessions.

In this work, a series of experiments to know in depth this drawback, attempting to find out its causes and mitigate its effects will be developed. It will want to consider whether the causes can be minimizable to programmatic level through the development of actions in the game.

Anexo 2. Conclusions (in English)

Once completed the project and after analyzing the data from the fieldwork can extract useful information to assess objectively the work.

First of all, it has obtained a basic technique alpha on an immersive experience that can be proven by anyone in possession of a virtual reality headset like Oculus Rift. Besides this, the same alpha can be used independently, of the peripheral output, as if it were a normal game.

This version of the experience, it has been delayed by the complexity of the project and other various issues, concerning to the coordination and teamwork that had suffered the development where one of the main problems was learning a completely new engine from zero. To this difficulty, we can add the work with the Head Mounted Display where the product optimization of the frames per second to get a good immersive experience was not trivial, and was a handicap to achieve the milestones throughout the development process of the planned software.

However, we have obtained a brief experience immersive that allows us to make an idea of the possibilities that can be exploited with those devices. Although it is true that virtual reality in particular is still a new technology and with a big field of becoming better that should be corrected ahead of a final commercial version. Like an example the hands integration inside of the virtual environment, through special controls to feel more immersive and with much better interaction.

As a conclusion we could also point out that the choice of an engine with higher circulation as Unity would have been more appropriate. This could have been done much simpler to develop this software on a similar level to the obtained quality, and lower costs of learning in front of the required by Unreal Engine 4. Although it is a very powerful engine for game development we didn't want to reach so high level of quality. An example of these differences between those engines is that Unity already had an Oculus integration before that Epic Games release the virtual reality plug-in for their engine.

However the use of Unreal Engine and the new concept of visual programming through the Blueprints, it's and especially added value to our project, because it's a recent technology that allows us improve it and learn it.

Regarding the research process as already we indicated in Chapter 6, we concluded that the level of immersive sensation the sound takes a big influence reaching the level that we should achieve for increasing levels of immersive.

From our research we also realize that the disease known as simulator sickness that hurts the field of virtual reality from the beginning is close to being solved thanks to the advances in hardware of the new viewers and the computational capacity of the last personal computers.

We also discovered that the individuals most gamers didn't get to experience symptoms or did so in a much less than the least accustomed degree, so we conclude that this

disease can be avoided by training the body in this type of stimuli received by the game and virtual reality.

One of the initial objectives of this project it was to discern if it is possible to minimize the symptoms of Simulator Sickness through methods in software development and not be only subject to the improvement of the hardware capabilities. Effectively it demonstrated that with the document of good development practices that Oculus VR facilitate can achieve better results on minimize the dreaded symptoms so as to improve performance aspects.

We must also make special mention of the gender of the participants of the tests proved to be a determining factor when experiencing symptoms of the disease factor simulator. Getting to be suffered at least one symptom in all female participants.

Finally, due to the data provided by this study, we may conclude that it can be used as a reference for future documents and projects whose start goals involve virtual reality and want to delve into this world and the implications it may have for the users as well as make basic traces to design products oriented to virtual reality worlds. This is a sector that has high demand now and in the next years, given the boom being experienced with the new viewers will soon launch the largest companies.

Anexo 3.

A continuación se compilan todos los documentos complementarios al trabajo realizado a lo largo del trabajo de desarrollo.

Anexo 3.1. Documento de diseño del juego

Nombre del juego

Presentado a concurso en la Tokyo Game Show como: “Daddy’s Sweetie”.

Características

Juego en primera persona, con un solo nivel de dificultad. La misión principal es explorar la casa donde se desarrolla el juego, intuir una historia, mejor definida en una segunda versión, inspeccionar salas y habitaciones interactuar con diversos elementos como puertas.

Mercado y plataforma

PC/consolas compatibles con Oculus VR

Guión y sinopsis

Versión abreviada de la historia del juego. Visión general. Desglose de la historia para que el lector tenga una idea de cómo se relacionan las siguientes secciones sin tener que leer el guión completo.

El protagonista aparece en una habitación, más bien poco iluminada, y algo tétrica. Esto es debido a que es la habitación de una chica con gustos peculiares por la decoración vintage y gótica. Todo parece apuntar a que hay que explorar y nos vamos a llevar muchos sustos en este juego de miedo.

El protagonista, desorientado por no saber dónde está y qué hacer, comienza a moverse y a explorar la habitación donde está. Sale por la puerta y avanza por un largo pasillo escaleras arriba. Paseando en una casa con decoraciones lúgubres y misteriosas, todo parece indicar que en cualquier momento sufrirá un susto.

Al llegar a una zona estrecha la puerta que acabamos de pasar se cierra y al girar la cabeza, donde no había nadie a un par de metros se encuentra en una zona de sombra y sin apenas luz una niña pequeña, de voz dulce y tétrica, arrastrando un oso de peluche y que pregunta por su mamá. Avanza lentamente hacia nosotros y cuando ve lo que somos chilla ensordecedoramente y sale corriendo.

Al avanzar justo de frente en la sala, nuestra persona ve un gran espejo donde se ve reflejado. Sorpresa. El monstruo que va a matar eres tú. Ahora deberás encontrar a la niña y conseguir matarla mientras huye de ti por toda la vivienda.

Apariencia y ambientación

Vivienda estilo mansión. Podríamos definirlo como un pequeño palacete, de lámparas de araña y candelabros de vela, chapada a la antigua, y construida con ladrillo, madera y

piedra. Zonas de poca iluminación en el interior y un patio central con más luz. Esto nos permite crear en un inicio una sensación de miedo y claustrofobia, que después se verá desahogada.

Paleta de colores:

En el interior, tonos oscuros en escala de grises y marrones, quizá zonas con morados oscuros o negros.

En el patio exterior una zona algo más florida, todos vivos, verdes, y azules.

Iluminación:

En el interior, iluminación triste, con zonas un poco más iluminadas. Luces de tono amarillento.

En el patio exterior, zona bien iluminada y luz de día.

Objetivo del juego

Conseguir atrapar y matar a la niña en el pequeño laberinto que está propuesto.

Posibles ampliaciones:

Jugar a atraparla con un límite de tiempo. Véase, si no se mata a la niña en ese tiempo límite, puede llegar gente a la casa y matarte, o la propia policía. E incluso, para alternar miedo con persecución, que puedan aparecer más monstruos además de ti que quieran matar a la niña y por tanto, te asustarán y matarán a ti.

Mecánicas de juego presentes

Mecánica básica de movimiento: con las flechas de dirección o joystick en caso de poseer pad. Los giros de cabeza se realizan mediante el dispositivo de VR Oculus Rift.

Mecánica para matar PNJs: cuando el personaje se encuentre a una distancia N menor que una distancia M establecida, y la mantenga durante un tiempo determinado, se producirá automáticamente la animación de muerte de la niña. **Alternativa:** realizar dicha animación al presionar los controles del pad analógico o utilizando las teclas del ratón.

Definición de los menús

Menú inexistente, o uno muy breve al inicio para mostrar los controles básicos, que desaparecerá al pulsar la tecla adecuada que indicaría que el usuario ha aceptado.

Controles

Movimiento: Teclas "W", "A", "S", "D".

Giro de cabeza: dispositivo de VR Oculus Rift.

Interactuación con el entorno: clic izquierdo de ratón

Matar PNJ: ninguno/ mantener pulsado R1 y L1 con un pad/ mantener clic izquierdo de ratón.

Información en pantalla durante el juego

Elementos gráficos que nos aportan información mientras jugamos. Ejemplo: marcador de puntos, barra de vida, iconos para representar objetos que hemos cogido, contador de tiempo, etc.

Movimiento e interacción del personaje

Utilizando los controles antes definidos, ¿cómo se mueve el personaje en pantalla y cómo interactúa con otros personajes/elementos?

Salud y/o habilidades

En la segunda versión del juego el jugador podrá resultar herido y/o morir. Podrá recuperar salud con diferentes ítems que encontrará a lo largo del juego

Sistema de cámara

Sistema de cámara en primera persona, cuya visión se mueve a medida que el personaje avanza o gira su eje de visión con la cabeza.

Estructura del juego

Estructura de nivel lineal, donde sólo debemos centrarnos en investigar y matar al PNJ. En caso de posible ampliación, se podrían meter utilizar una estructura que tenga como núcleo inicial la ya desarrollada, y a partir de ahí desarrollar varios radios.

Física del juego

Físicas realistas.

Existencia de gravedad.

No está contemplado que el personaje salte.

Al chocar con objetos inanimados pueden ser de dos tipos:

Móviles: debido a su tamaño pueden ser desplazados.

Inmóviles: no pueden ser desplazados y por lo tanto obstaculizan el paso.

PNJ (Personajes no jugables, enemigos, etc.)

Niña: actitud confiada en un inicio. Da sensación de ser la típica niña fantasma en el primer contacto. Después se vuelve asustadiza y huidiza.

Posibles ampliaciones: existencia de otros monstruos, policía, etc., los cuales serían definidos en la versión 2.0 de este mismo documento.

Equipo/ítems

Inexistente en versión inicial. Posibles ampliaciones: poder recoger objetos contundentes para propinar golpes, etc.

Animaciones necesarias

Niña: andar, correr y hablar. Si es posible, alguna expresión facial.

Protagonista: andar y correr.

Puertas: abrir y cerrar.

Walkthrough del juego

Nivel único.

Duración aproximada: 10 min máximo.

Localización de PNJ niña: al final de un pasillo que da a una pequeña sala de estar. En el interior.

Mapa único.

Diseño de sonido

Para conseguir una mayor inmersión, habrá sonidos ambientales (chirriar de puertas, sonido de pisadas al andar, etc.). En una segunda versión se dará la posibilidad de que la voz del persona se consiga utilizando un micro y que el usuario hable, haciendo que esta sea reproducida dentro del juego.

Anexo 3.2. Trasfondo y argumento del juego

Anexo 3.2.1. Trasfondo

Corre el año 1920, tras el final de la I Guerra Mundial, en un pequeño pueblo cerca de la ciudad de Nancy, Francia. Allí hay una antigua mansión desmejorada por el paso del tiempo perteneciente a una familia aristócrata venida a menos en los últimos años. Dado que su emplazamiento era muy cercano a la frontera franco alemana, la familia y su riqueza se vieron afectados por el devenir de la Gran Guerra.

El cabeza de familia, científico militar francés realizaba investigaciones para el gobierno introduciendo compuestos químicos como posibles nuevas armas, y probando su efecto en animales. Su muerte en mitad de la guerra, dejó sus investigaciones a medias, y un sinfín de documentación sobre la que trabajar en la vieja mansión donde vivía con su hija y su esposa. Existen rumores que sugieren que la joven mujer del químico era utilizada por éste para continuar haciendo pruebas sobre sus experimentos, y que el afán del hombre en ayudar a su país se había tornado en demencia.

En uno de estos experimentos en los sótanos de la mansión, el enloquecido químico intenta también usar a su hija, para ver la respuesta de organismos jóvenes a los compuestos que estaba probando. Lleno de grilletes y cadenas, el sótano era un lugar frío, inhóspito y tétrico donde nada solía permanecer vivo por mucho tiempo allí. Esposó a su mujer a unos grilletes y a su hija a otros. La pequeña, sumida en el pánico, no paraba de abrazar su oso de peluche con una de sus manos presas en las frías cadenas que le despellejaban las muñecas.

El químico, utilizando una máscara de gas para no inhalar el vapor de un fluido que llevaba en un recipiente, lo vertió sobre las muñecas de la mujer y los grilletes, que

comenzó a abrasar su piel y los gritos y chillidos llenaron la habitación, retronando por las frías rocas que constituían las paredes de la ya tétrica mansión. Acto seguido, la mujer expiró al no poder soportar el dolor ni el contacto del líquido abrasando su piel.

Exasperado, el científico loco se volvió hacia la hija pequeña y repitió la operación. La niña no paró de chillar durante horas y cuando por fin los gritos se apagaron, el investigador comprobó cómo había conseguido lo que quería, soldar el metal a los huesos humanos. Los grilletes y las muñecas de la niña eran uno. Incluso un extremo del grillete se había soldado al desmejorado oso de peluche que esta abrazaba.

Al ir a soltar las correas que aprisionaban a la pequeña, está reaccionó bruscamente para salir corriendo, golpeando el fluido que cayó sobre la cara del químico, aun cubierta por la máscara. Ante el dolor insoportable que estaba sufriendo, e intentando echarse agua para diluir el líquido, su pobre visión hizo que se confundiese y se echase más del corrosivo líquido encima, el cual comenzó a abrasarlo entero. Gritos recorriendo cada rincón de la casa tronaron lentamente hasta apagarse. El espectáculo dantesco que llevaba horas sucediendo, acababa de terminar... o no.

Cuentan que desde el día conocido como La noche de los Gritos, cada persona que se acerca a la casa es capaz de distinguir un ruido de cadenas arrastrar sobre la quebradiza madera de la arcaica mansión, por la que la pequeña criatura arrastra sus grilletes cada noche. Y resuena. Y resuena... pero nadie se ha atrevido nunca a entrar por miedo a lo que pueda acontecer.

Anexo 4.2. Argumento

Recorrido del monstruo:

Otro día más, me dispongo a llevar a cabo mi cometido. Soy una herramienta, creada por el hombre, para exterminar toda prueba y registro de los experimentos realizados por la Alemania nazi.

Hoy me infiltraré en la mansión de un científico francés que estuvo obligado a trabajar con los alemanes y que hace poco perdió la vida en uno de sus experimentos. Debo recopilar toda la información relevante y, en caso de encontrar testigos, eliminarlos.

Planta sótano

Infiltración exitosa a través de un acceso subterráneo que da directamente al sótano de la mansión.

Al subir por la alcantarilla me encuentro con un laboratorio. Todo está muy oscuro, pero las escasas bombillas y maquinaria que encuentro me proporcionan luz suficiente para distinguir varios pilares que sujetan la estructura de la casa y unas cuantas mesas de trabajo con un montón de anotaciones de fórmulas y cosas relacionadas con experimentos. Incluso puedo ver lo que parece ser una mesa para sujetos de pruebas. No parece haber nada de lo que busco.

En la misma sala hay dos puertas más con acceso a unos almacenes pequeños. Uno de ellos, lleno de cajas con probetas y artículos para experimentos. El otro, está vacío y la luz parpadea constantemente. Entre los dos almacenes hay otra puerta a la que no puedo acceder porque la puerta permanece cerrada desde fuera.

Justo en el extremo opuesto a las mesas con papeles, observo dos calabozos. Uno de ellos tiene la puerta abierta. Tras acceder, encuentro varios mensajes escritos en las paredes. Parece que alguien que se entretuvo en contar los días que pasó encerrado haciendo muescas en la pared. 27 días...

En el suelo, húmedo y con restos de lo que parece ser sangre, encuentro una nota. Pertenece a uno de los experimentos del científico que narra lo que el doctor hizo con él.

Al salir, en una de las esquinas del laboratorio, veo una persona sentada en una esquina. Tras comprobar que ha fallecido, me percaté de que es el doctor. En un bolsillo interior de su bata encuentro parte de lo que parece ser un diario. En ésta página el doctor habla de un experimento que consiste en fusionar metales con los huesos humanos.

Tras leer la nota, escucho un ruido justo detrás de mí. La puerta que antes estaba cerrada se ha abierto y en el halo de luz que se proyecta en el suelo, distingo la silueta de una persona. Debo eliminarla antes de que escape. Al acercarme a la puerta, la silueta desaparece. Creo que tendré que seguir investigando en el piso de arriba e intentar encontrar a esa persona.

Planta Baja

Tras subir las escaleras y cruzar una pequeña sala, observo ante mí un gran Hall en el que hay dos escaleras para subir a una planta superior (una de ellas está bloqueada por una barricada y la otra es inaccesible puesto que un trozo de techo ha caído sobre ella) y varias puertas para acceder a los distintos habitáculos de la casa.

Justo a mi izquierda entro en una puerta que da a una habitación. Es la habitación en la que dormía el científico. A parte de una cama de matrimonio y varios muebles que no contienen nada interesante, observo una puerta que permanece cerrada.

Tras rondar por el resto de habitaciones accesibles (porque hay una puerta doble justo detrás de las escaleras a la que tampoco puedo acceder), llego a la cocina. Después de investigar un poco se escucha un ruido proveniente del Hall.

Al salir a toda prisa veo que la puerta de la biblioteca está abierta. Me apresuro a entrar para ver si encuentro a la persona que hay en la casa. No hay nadie, pero entre tanto libro, encuentro otra nota del científico. En ella habla de lo avanzado que tiene el experimento para fusionar metales con huesos pero que se está quedando sin sujetos de pruebas.

Justo al terminar de leer la nota, vuelvo a escuchar ruidos. Esta vez parece que vienen de la planta de arriba.

Tras observar cómo alguien ha retirado la barricada de las escaleras que dan subida, me dispongo a acceder a la siguiente planta.

Planta superior

Ya en la planta superior, y sin poder encontrar a la persona que está rondando la casa, oigo desde el balcón interior el ruido de una radio. Proviene de una de las habitaciones del ala este de la casa.

Accedo por la única puerta que hay en ese lado y me encuentro en un salón. En dicho salón está sonando una radio en la que alguien está narrando los sucesos acontecidos en la casa. *Parece ser que el doctor terminó experimentando con su propia hija y que murió en el último experimento. Eso explica muchas cosas... ¿Será la niña la persona a la que estoy persiguiendo?*

Al dirigirme a la otra ala de la casa, salgo por la puerta y justo enfrente, veo como una persona accede a la habitación de esa zona y cierra la puerta.

Conforme me voy acercando escucho llantos desesperados de una niña pequeña. Si está ahí dentro, tengo que acabar con ella.

Al abrir la puerta, cesan los llantos y no puedo ver a nadie. Me encuentro en la habitación de una niña pequeña. Todo normal, con peluches, muñecas... salvo por unos dibujos que llaman mi atención. La niña ha estado dibujando mucho de los experimentos que su padre realizaba en el sótano. Definitivamente debo encontrarla y acabar con ella.

Al girarme para salir por la puerta, me encuentro cara a cara con la niña. Ella grita y sale corriendo de forma desesperada.

La persigo por el balcón interior, bajamos las escaleras, cruzamos toda el ala oeste desde la lavandería hasta el almacén de la cocina pasando por esta misma y nos metemos en la habitación del otro extremo de la casa. Una vez allí, la niña abre la puerta que permanecía cerrada. Se trata de un baño. Sin salida. Es mi oportunidad. Me detengo con ella en mis brazos durante unos instantes casi hipnotizado por mi reflejo en uno de los espejos del baño. Esa imagen me recuerda lo que soy. Por qué existo y para qué he venido aquí. La niña debe morir...

SÍNTESIS

Planta sótano

Nota de prisionero en calabozo 2.

El científico está tirado en la esquina entre el calabozo 1 y el almacén 1. Al leer la nota X que tiene en su bata, se abre la puerta que da acceso a la planta baja.

Planta baja

Al acceder a la cocina, se escuchan unos ruidos y se abre la biblioteca.

Ya en la biblioteca, al leer la nota Y del científico, desaparece la barricada de la escalera este para poder subir.

Planta superior

En el salón hay una radio que narra el experimento del doctor con su hija y la posterior muerte del doctor. En ese momento vemos cómo la niña cierra la puerta de la habitación de enfrente.

La niña llora, pero cuando entramos a su habitación, los llantos cesan y la niña no está.

Tras mirar unos dibujos de la niña, nos la encontramos justo en la puerta y sale corriendo.

Recorrido:

Vamos por el balcón interior hasta la escalera este. La bajamos y entramos en la lavandería. Cruzamos la cocina y volvemos al Hall a través del almacén. Volvemos a cruzar el Hall para entrar en la habitación del científico. La niña abre la puerta del baño y ahí se produce el desenlace de la historia.

Recorrido de la niña:

Sótano

Estoy sola, hace mucho frío. Oigo un ruido en el sótano.... Es él, ha venido a por mí. Me asomo levemente al pasillo del sótano. Soy capaz de oír esa respiración que araña las paredes. Abro un poco la puerta del laboratorio... Ahí está, registrándolo todo...! No, me ha visto; Salgo corriendo por el pasillo, subo a la planta baja.

Planta Baja

Rápido, donde, donde me escondo, no tengo tiempo para pensar. Entro en la biblioteca y me encierro. A los pocos segundos oigo como él ya está en el salón. Tengo miedo, mucho miedo. Intento salir sigilosamente cuando uno de estos malditos grilletes golpea en el suelo y me delata. Él está en la cocina. Corro cuanto puedo al salón y subo por las escaleras a la primera planta.

Primera Planta

Corro a mi habitación, estoy acorralada, me escondo para que no me encuentre... ¡Ha entrado en la habitación! Capto su olor pútrido, su paso desgarrado y la madera rechinar tras él, se ha metido al baño. Es la mía. Salgo como puedo y... ¡No! está frente a mí, me ha visto y noto la sed de sangre en sus ojos. Chillo y salgo corriendo a la planta baja.

Planta Baja

Estoy en la lavandería, me persigue, corro por todos lados a la cocina, al almacén, atravieso el salón y me encierro en el baño de la habitación. Estoy cansada, no puedo más... No puedo moverme... Ha entrado... Es el fin... Me entrego al frío abrazo de sus dientes.

SÍNTESIS

Sótano

Tras leer el monstruo la nota del doctor se abre la puerta del sótano, la niña sale corriendo a la planta baja

Planta Baja

La niña se encuentra en la biblioteca, las puertas de la misma están cerradas. La única puerta abierta es la de la lavandería. El jugador entrará e investigará. Al encontrar nota Y en la cocina, la niña hace ruido y cuando el jugador salga por la puerta se verá cómo sale de la biblioteca corriendo a la planta primera por la escalera este.

Planta primera

Puertas del ala izquierda cerradas. De la derecha solo abierto el salón donde el jugador entrará porque oirá ruidos de una vieja radio. Tras escuchar la información, sonarán ruidos en la otra ala. Entrará en la habitación de la niña y, tras investigar en el baño. La niña aparecerá en el marco de la puerta, se asustará y saldrá corriendo a la planta baja.

Planta baja

La niña entra por la lavandería, va a la cocina, entra en el almacén y sale al salón, corre a la habitación y acaba en el baño, donde morirá. Para que el jugador no pueda acortar la persecución de la niña las puertas de cocina y almacén estarán cerradas hasta que la niña las abra si procede.

Anexo 3.3. Descripción de los momentos clave del juego

SÓTANO

Almacén 1: pasada la entrada a mitad de camino entre la esquina izquierda y la puerta, al pasar el jugador se caen unos palos de madera que había produciendo ruido.

Pasillo: tras doblar la esquina, se desprende un poco del techo.

Durante la exploración: Colocar una tubería y que la primera vez que nos acerquemos a ella desprenda un chorro de vapor.

Durante la exploración: Una de las probetas del sótano explota.

****Al acercarnos al cadáver del científico,** aparentemente muerto, y antes de poder examinarlo, hace un gesto para intentar agarrarnos pero finalmente pierde la vida.

****Tras examinar el cadáver del científico:** Se abre la puerta que da acceso a la escalera de subida a la planta baja y la luz que pasa a través, desvela la silueta en el suelo de alguien (la niña). Al acercarnos a cierta distancia, la silueta desaparece (la niña sube las escaleras hacia la planta baja) Esto nos desbloquea el acceso a la siguiente planta.

PLANTA BAJA

Salón principal: al entrar en el salón por el pasillo de las escaleras al sótano, suena un reloj dando las 12 de la noche.

Cocina: se oye el viento soplar producido por la tormenta exterior y uno de los cazos que hay por allí sale despedido y nos golpea.

Habitación: al pasar la puerta se oye el sonido del suelo de madera crujiendo.

Habitación: Justo cuando cruzamos la puerta, alguien nos la cierra. Al intentar abrirla, alguien está forzando la puerta desde el otro lado. Se cierra de nuevo, y cuando intentamos abrirla una segunda vez, lo conseguimos pero no hay nadie en los alrededores.

Escaleras: al bajar las escaleras tras el encuentro con la niña. Se oye el sonido de un cristal roto (ventana rota por la tormenta).

Biblioteca: al acercarse a la ventana central se oyen pasos de fondo. Al andar junto a una de las estanterías se caen un par de libros al suelo.

Biblioteca: Al dar con la nota, se escuchan pasos de alguien subiendo las escaleras y luego un ruido (están quitando el bloqueo/barricada que bloqueaba el paso) Este evento da acceso al nivel superior.

PLANTA PRIMERA

Salón: cuando se sube por primera vez se oye la radio sonar narrando la historia escrita en el documento "Diseño historia radio".

Habitación: encuentro con la niña.

Baño: luz encendida inicialmente. Al entrar parpadea y se funde por un rayo.

Planta primera (general): Cuando subimos a la primera planta, todas las puertas permanecen cerradas excepto la del salón. Al acercarnos al mismo, comenzamos a oír una noticia (descrita en el documento "Diseño historia radio"). La emisión finaliza porque la radio se rompe.

Al salir del salón: Justo enfrente, una persona (la niña) se encuentra en la puerta de la habitación de enfrente y al vernos salir la cierra.

Acercándonos a la puerta: Se oyen llantos de una niña pequeña. Al abrir la puerta y acceder a la habitación, los llantos cesan.

Tras examinar la habitación y ver los dibujos de la niña: Salimos y nos encontramos con ella justo en la puerta. Grita y sale corriendo. Este evento da lugar a la persecución final.

Anexo 3.4. Diseño de las notas textuales del juego

Nota del calabozo

“He perdido ya la cuenta del tiempo que llevo aquí encerrado. He decidido escribir mis pensamientos para no terminar de perder la cabeza. Este científico no para de repetirme que todo va a salir bien y que vamos por el buen camino. Yo no sé qué hago aquí ni cuál es su propósito. Sólo sé que cada vez que me inyecta eso, me duele más el cuerpo y me encuentro cada vez peor...”

Nota en el cadáver del científico

“Parece que van en serio. La obsesión que tienen para conseguir la fusión de metales con el cuerpo humano no conoce límites. ¿Qué utilidad podría tener tal atrocidad? ¿Y cómo podía negarme yo? Sólo espero que esto termine pronto y que algún día me perdonen, INSERTAR NOMBRE DE LA MUJER DEL CIENTÍFICO”

Nota encontrada en la biblioteca

“Todo iba según lo previsto pero me estoy encontrando con un problema: necesito más sujetos de prueba. O los consigo cuanto antes, o no podré entregar el trabajo a tiempo... Quizás el mendigo que hay junto a la plaza... Quizás...”

Dibujos de la niña junto a nota del científico

*Los dibujos muestran personas con prótesis metálicas fusionadas en su cuerpo y junto a ellos, una última nota del científico:

“Lo siento NOMBRE DE LA MUJER, pero ella es mi única esperanza. Mi vida depende de este trabajo. La policía está empezando a sospechar con tanta desaparición. Intentaré que no sufra. Perdóname NOMBRE DE LA MUJER. Perdóname NOMBRE DE LA NIÑA.” (Es aquí cuando al salir de la habitación vemos a la niña pequeña.)

Nota en el calabozo

“Esto es el infierno... mi cuerpo está llegando a su límite... odio los pinchazos, y ese líquido... sobre todo ESE líquido...y cada persona que pasa por esa mesa... por esa horrible mesa... es un espectáculo dantesco”

Nota en el científico en su cadáver

“Me estoy quedando sin tiempo... vendrán en cualquier momento... y si no consigo nada será el fin. 4 muertos por la ciencia ya, un par de vagabundos, un niño del orfanato y mi insoportable mujer. Ella y sus ridículos principios morales, al menos ya no es capaz de hablar, aunque para lo que me ha servido...”

Nota de la cocina

“Las autoridades sospechan de mi por tantas desapariciones... me ha costado convencerles que no había nada que buscar aquí, pero no sé cuánto tiempo podré seguir ocultando la verdad. Sólo hay un problema... ya no podré encontrar sujetos en el pueblo, y necesito hacer ese último experimento. Carne y metal serán uno.

Nota en habitación de la niña

“Nuevo individuo para mi experimento final, solo tuve que emplear un poco de somnífero para bajarla al sótano mientras jugaba en su cuarto. Encadenada... me gustan como quedan esos grilletes en sus muñecas, dentro de poco serán uno... y el mérito de ello, será de padre, y de hija, ¿verdad que sí, //Nombre Hija?”

Dibujos

Los dibujos muestran a los “agentes” seres como nuestro monstruo que van a pedir resultados al científico de forma periódica, alguna esvástica pintada a su lado... y dos frases “Me dan miedo, ya vienen” y “Noto su respiración...”